

GRAUPNER/JetCat

Helikoptermechanik

mit

Einwellen- Modellgasturbine

**Best.-Nr. 6810 Vormontierte Mechanik mit eingebauter Turbine,
Haupt- und Heckrotor sowie weiteres Zubehör
als unmontierter Bausatz**

Warnung!

Der mit dieser Mechanik erstellte RC-Hubschrauber ist kein Spielzeug! Er ist ein kompliziertes Fluggerät, das durch unsachgemässen Umgang schwere Sach- und Personenschäden verursachen kann.

Das unter Verwendung dieser Mechanik erstellte Hubschraubermodell mit Turbinenantrieb setzt einschlägige Erfahrungen im Modellhubschrauberflug voraus, insbesondere im Bezug auf sachgerechten Aufbau, Justage und Wartung. Es ist zwingend erforderlich, dass sowohl das Steuern eines Modellhubschraubers als auch das Verhalten bei unvorhergesehenen Flugsituationen und Betriebszuständen vollständig beherrscht wird, einschließlich Autorotationslandungen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das mit dieser Mechanik erstellte Hubschraubermodell nicht für Anfänger geeignet ist.

Sie allein sind für die korrekte Fertigstellung und einen gefahrlosen Betrieb verantwortlich! Bitte beachten Sie unbedingt auch die beiliegenden Blätter SHW3 und SHW7 mit Sicherheitshinweisen, sie sind Bestandteil dieser Anleitung.

Vorwort

Mit der Graupner/JetCat Helikoptermechanik ist der lange gehegte Wunsch zahlreicher Modellflieger Wirklichkeit geworden, ein Hubschraubermodell vorbildgerecht mit einer Turbine zu betreiben.

Eingebaut in den NH90®-Rumpf hat die Turbinenmechanik nach einjähriger, intensiver Erprobung im praktischen Betrieb sowie in zahlreichen Vorführungen bei in- und ausländischen Modellflugveranstaltungen Serienreife und Zuverlässigkeit erlangt, so dass dieses System von erfahrenen Modellhubschrauberpiloten mit der gleichen Selbstverständlichkeit betrieben werden kann, wie ein entsprechend grosses Modell mit konventionellem Antrieb.

Die Funktion der Wellenturbine PHT3 unterscheidet sich von jener der Modellstrahltriebwerke. Im Gegensatz zu diesen wird hier statt des Schubes die Antriebsleistung für die Rotoren erzeugt; die Abgase werden dabei mit möglichst wenig Restenergie über eine entsprechend gestaltete Abgasführung an die Umgebung abgegeben.

Konstruktiv handelt es sich um eine sogenannten Einwellenturbine, bei der - im Gegensatz zur Zweiwellenturbine - die Antriebsleistung für die Rotoren direkt von der (einzigen) Turbinenwelle abgenommen wird, welche auch den Verdichter antreibt. Die Turbinendrehzahl von ca 93.000 Upm wird dann zunächst über ein zweistufiges Zahnriemengetriebe auf einen Wert herabgesetzt, der etwa der Drehzahl eines Kolbenmotors entspricht, bevor die Leistung über eine normale Fliehkraftkupplung auf das konventionelle Hauptgetriebe mit Autorotationsfreilauf übertragen wird, das neben dem Hauptrotor auch den Heckrotor in gewohnter Weise antreibt. Die Hauptrotordrehrichtung ist im Lieferzustand links (gegen den Uhrzeigersinn), sie kann jedoch auf rechtslaufend umgebaut werden; der Heckrotor läuft in Autorotation nicht mit.

Die Ansteuerung der Taumelscheibe erfolgt über vier Servos, welche direkt in der Mechanik montiert werden. Der Hauptrotorkopf besitzt ein Metall-Zentralstück, kugelgelagerte Mischhebel und kugelgelagerten Pitchkompensator. Der Heckrotor mit Pendel-Heckrotornabe und kugelgelagertem Anlenkhebel entstammt, ebenso wie der Hauptrotor, dem bewährten Graupner/Heim-System.

Selbstverständlich erfordert der Einsatz einer Turbine vom Modellflieger zunächst eine intensive Einarbeitung in die Materie. Bei entsprechender Sachkenntnis ist die Handhabung des Turbinenantriebs im Hubschrauber einfacher als der Betrieb eines Kolbenmotors:

Die gesamte Triebwerksteuerung benötigt nur einen einzigen Fernsteuerkanal, die Startvorbereitungen beschränken sich auf das Füllen der Kraftstofftanks und des kleinen Hilfsgastanks für den Turbinenstart. Das Anlassen erfolgt „auf Knopfdruck“ vom Sender aus, worauf der Startvorgang automatisch abläuft, gesteuert durch die Bordelektronik der Turbine (ECU). Dabei beschleunigt zunächst der eingebaute Elektromotor die Turbine auf ca. 3000 Upm, dann wird die Hilfsgaszufuhr geöffnet und das Gas in der Brennkammer der Turbine gezündet. Bei der weiteren Beschleunigung wird der Startermotor zunehmend von der Gasverbrennung unterstützt und schliesslich abgelöst, bis eine ausreichend hohe Drehzahl für die Umschaltung auf Kerosinbetrieb erreicht wird.

Nach erfolgreich verlaufenem Startvorgang und Einregeln einer stabilen Leerlaufdrehzahl wird die Kontrolle an den Piloten übergeben, der nun mit einem Schieberegler am Sender die Turbindrehzahl langsam erhöht, bis die gewünschte Systemdrehzahl erreicht wird. Jede so vorgegebene Drehzahl wird von der Bordelektronik geregelt, so dass sie in weiten Grenzen unabhängig von der Belastung wird. Die Steuerung des Hauptrotorschubes erfolgt daher ausschliesslich über Kollektivpitch, die Drehzahlregelung übernimmt die Turbinenelektronik selbst. Nach der Landung wird die Drehzahl vom Piloten in gleicher Weise wieder in den Leerlauf heruntergefahren, dann löst er über den selben Kanal den Abschaltvorgang aus, der wiederum automatisch abläuft unter Kontrolle der Bordelektronik: Zunächst wird die Verbrennung gestoppt, dann wird mit Hilfe des Startermotors so lange Frischluft durch die Turbine gesaugt, bis die Innentemperatur unter 110°C gesunken ist; das Ende dieser Nachkühlphase wird über eine Leuchtdiode im Modell angezeigt, woraufhin die Empfangsanlage ausgeschaltet werden kann.

Das Fliegen eines Hubschraubers mit Turbinenantrieb gestaltet sich ausgesprochen angenehm, sofern man die systembedingten Eigenheiten beachtet: Die Kraftentfaltung einer Turbine ist stets weich, ohne merkliche Drehmomentstösse, wie man sie von Kolbenmotoren kennt, und die zu unregelmässig auftretenden, kurzen Auslenkungen des Hecks führen. Um die Hochachse liegt also ein Turbinenheli prinzipbedingt wesentlich ruhiger als ein Modell mit Kolben- oder Elektromotor; hinzu kommt ein extrem vibrationsarmer Lauf der Antriebseinheit, was einerseits der Lebensdauer der eingesetzten Fernsteuerungskomponenten zugute kommt, und andererseits die Möglichkeiten zur feineren Detailierung von Scalemodellen erweitert. Die „sanfte“ Kraftentfaltung der Turbine erfordert allerdings vom Piloten auch einen daran angepassten Umgang mit der Pitchsteuerung, also weiche, harmonische Steuerausschläge.

Die Stromversorgung aller Komponenten, einschliesslich Kraftstoffpumpe, Glühkerze, Anlasser und ECU erfolgt über einen von der Empfängerstromversorgung unabhängigen, sechszelligen Akku.

Das im Lieferumfang enthaltene Anzeige- und Programmiergerät (GSU) verfügt über ein beleuchtetes, zweizeiliges alphanumerisches Display sowie 10 Bedientasten und 4 LEDs; es kann im Betrieb angeschlossen werden, um aktuelle Betriebsdaten anzuzeigen, Einstellparameter zu verändern und Flug- sowie statistische Daten auszulesen.

Als Zubehör lieferbar ist eine hydraulische Rotorbremse, welche über ein Servo betätigt wird und sowohl ein zügiges Abbremsen des Hauptrotors nach dem Abschalten des Triebwerkes ermöglicht, als auch zu verhindern hilft, dass während der Anlassphase ein Rotorblatt über dem Abgasauslass steht.

Warnhinweise

- Das aus diesem Bausatz betriebsfertig aufgebaute Modell ist kein harmloses Spielzeug! Es kann durch mangelhaften Aufbau und/oder unsachgemässe oder fahrlässige Handhabung beim Betrieb zu schweren Sach- und Personenschäden führen.
- Ein Hubschrauber hat zwei im Betrieb schnell drehende Rotoren mit einer hohen Drehenergie. Alles, was dabei in die Drehebene der Rotoren gelangt, wird zerstört oder zumindest stark beschädigt - also auch Gliedmaßen! Bitte extreme Vorsicht walten lassen!
- Gelangt ein Gegenstand in die Drehebene der laufenden Rotoren, so wird nicht nur dieser, sondern auch die Rotorblätter beschädigt. Teile davon können sich lösen, was zu einer extremen Unwucht führt, wodurch der gesamte Hubschrauber in Mitleidenschaft gezogen und unberechenbar wird.
- Störungen der Fernsteuerungsanlage, hervorgerufen beispielsweise durch Fremdstörungen, Ausfall eines Bauteils oder durch leere bzw. defekte Stromquellen, lassen einen Modellhubschrauber ebenfalls unberechenbar werden: Er kann sich ohne Vorwarnung in jede beliebige Richtung bewegen.
- Ein Hubschrauber besitzt eine grosse Anzahl von Teilen, die einem Verschleiss unterworfen sind, beispielsweise Getriebeteile, Motor, Kugelgelenke usw. Eine ständige Wartung und Kontrolle des Modells ist daher unbedingt erforderlich. Wie bei den „grossen“ Vorbildern üblich, muss auch am Modell vor jedem Start eine "Vorflugkontrolle" durchgeführt werden, bei der evtl. entstandene Mängel erkannt und rechtzeitig beseitigt werden können, bevor sie zu einem Absturz führen.
- Diesem Bausatz liegen zwei weitere Einlegeblätter - SHW3 und SHW7 - mit Sicherheitshinweisen und Warnungen bei: Bitte unbedingt lesen und beachten, sie sind Teil dieser Anleitung!
- Dieser Modellhubschrauber darf nur von Erwachsenen oder Jugendlichen ab 16 Jahren unter Anleitung und Aufsicht von sachkundigen Erwachsenen gebaut und betrieben werden.
- Es besteht Verletzungsgefahr durch scharfe Spitzen und Kanten.
- Gesetzliche Auflagen, insbesondere bezüglich einer ggf. erforderlichen Aufstiegserlaubnis, sowie die fernmelderechtlichen Bestimmungen für den Betrieb der Fernsteuerungsanlage müssen unbedingt beachtet werden. Der Abschluss einer Haftpflichtversicherung für den Modellflug ist gesetzlich vorgeschrieben.
- Ein Hubschraubermodell muss so transportiert werden, dass daran keine Beschädigungen entstehen können. Besonders gefährdet sind dabei die Steuergestänge am Hauptrotor und der gesamte Heckrotor.
- Einen Modellhubschrauber zu steuern ist nicht einfach; zum Erlernen dieser Fähigkeit ist Ausdauer und ein gutes optisches Wahrnehmungsvermögen erforderlich.
- Vor der Inbetriebnahme des Modells ist es unerlässlich, sich intensiv mit der Materie "Modellhubschrauber" auseinanderzusetzen. Dies sollte sowohl durch Fachliteratur

erfolgen, als auch praktisch, z.B. durch Zuschauen auf Modellflugplätzen mit Helikopterbetrieb, in Gesprächen mit anderen Modellhelikopterpiloten oder durch den Besuch einer Modellflugschule. Auch der Fachhandel hilft Ihnen gern weiter.

- Diese Anleitung unbedingt vor dem Zusammenbau vollständig lesen. Erst mit dem Bau beginnen, wenn die einzelnen Baustufen und deren Reihenfolge klar verstanden worden sind!
- Änderungen des Aufbaus bei Verwendung anderer als in der Anleitung empfohlener Teile dürfen nicht vorgenommen werden, es sei denn, Sie haben sich von Qualität, Funktionstüchtigkeit und Eignung dieser anderen Zubehöerteile überzeugt.
- Da Hersteller und Verkäufer keinen Einfluss auf einen sachgerechten Aufbau und ordnungsgemässen Betrieb des Modells haben, wird ausdrücklich auf diese Gefahren hingewiesen und jegliche Haftung abgelehnt.

Haftungsausschluss / Schadenersatz

Weder die Einhaltung der Montage- und Betriebsanleitung in Zusammenhang mit dem Modell, noch die Bedienung und Methoden bei Installation, Betrieb, Verwendung und Wartung der Fernsteuerungsanlagen können von der Firma Graupner überwacht werden. Daher übernimmt die Fa. Graupner keinerlei Haftung für Verluste, Schäden oder Kosten, die sich aus der fehlerhaften Verwendung und dem Betrieb ergeben oder in irgendeiner Weise damit zusammenhängen.

Soweit vom Gesetzgeber nicht zwingend anders vorgeschrieben, ist die Verpflichtung der Fa. Graupner zur Leistung von Schadenersatz, gleich aus welchem Rechtsgrund, begrenzt auf den Rechnungswert der an dem schadenstiftenden Ereignis unmittelbar beteiligten Warenmenge der Fa. Graupner. Dies gilt nicht, soweit die Fa. Graupner nach zwingenden gesetzlichen Vorschriften wegen Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit unbeschränkt haftet.

Hinweise zu dieser Anleitung

Damit das Helikoptermodell später einwandfrei und sicher geflogen werden kann, wurde diese Anleitung mit hohem Aufwand erstellt. Es wird auch vom Experten unbedingt erwartet, die Fertigstellung Schritt für Schritt exakt so vorzunehmen, wie es nachfolgend beschrieben wird.

- Es liegt allein in der Verantwortung des Modellfliegers, für festen Sitz aller Schrauben und sonstigen Verbindungen zu sorgen sowie die erforderlichen Einstell- und Justagearbeiten gewissenhaft auszuführen.
- Die Fertigstellung der Mechanik erfolgt anhand von Abbildungen, die mit erklärenden Texten versehen sind.
- Die mit diesem Symbol  markierten Verbindungen sind mit Schraubensicherungslack, z.B. Best.-Nr. 952, bzw. Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, zu versehen; zuvor müssen die betreffenden Stellen entfettet werden.
- Alle Lagerungen, gleichermassen Gleit- wie Kugel- oder Nadellager, sind sorgfältig zu schmieren. Gleiches gilt für alle Kugelgelenke und Zahnräder, auch wenn darauf in der Anleitung nicht noch einmal hingewiesen wird.
- Stückliste, Ersatzteile und zugehörige Explosionszeichnungen sind am Ende der Anleitung zu finden.

Inhaltsübersicht

• Vorwort	S.2
• Warnhinweise	S.4
• Zubehör, zusätzlich benötigte Artikel	S.8
• 1. Fertigstellen der Hauptmechanik	S.9
• 2. Zusammenbau des Hauptrotorkopfes	S.14
• 3. Zusammenbau des Heckrotorgetriebes	S.19
• 4. Montage von Umlenkhebel und Steuerbrücke	S.20
• 5. Montage des Heckrotorkopfes	S.21
• 6. Einbau der Fernlenkanlage	S.23
• 7. Hauptrotorblätter	S.24
• 8. Einbau der Mechanik in den Rumpf	S.24
• 9. Einstellarbeiten	S.25
• 10. Endkontrolle vor dem Erstflug	S.28
• 11. Einstellungen beim Erstflug, Spurlauf-Einstellung	S.29
• 12. Allgemeine Vorsichtsmassnahmen	S.30

• Bedienungsanleitung der Turbine	S.31
• Warnungen und Sicherheitshinweise	S.32
• Wartung	S.34
• Abgasrohrsystem	S.34
• Die Betriebskomponenten der Turbine	S.35
• Kabelbaum und Interfacebox	S.38
• Kraftstoff / Kraftstoffversorgung	S.40
• Hilfsgas	S.42
• Die LED-Platine	S.44
• Das Anzeige- und Programmiergerät (GSU)	S.45
• Einlernen der Fernsteueranlage	S.47
• Kraftstoffpumpe einstellen	S.50
• Temperatur-Nullabgleich	S.51
• Einstellen der Glühkerzenspannung	S.51
• RESET der Elektronik	S.52
• Testfunktionen, manueller Modus	S.53
• Turbine starten / abschalten	S.54
• Optionales Zubehör: Rotorbremse	S.55
• Optionales Zubehör: Fluggeschwindigkeitsmesser	S.56
• Optionales Zubehör: Smoker-System	S.58
• Anhang: Turbinenzustände	S.59
• Anhang: Menüstruktur	S.61
• Anhang: Fehlerbehebung	S.68
• Anhang: Checklisten	S.70-

Zubehör**Empfohlenes Zubehör****Gasbefüllventil**Best.-Nr. **6803****Turbinenöl**Best.-Nr. **2650** Turbinen-Spezialöl AERO SHELL 500**Geeignete Hauptrotorblätter**Best.-Nr. **1272** CfK, S-Schlag, 825mm lang Rotor-Ø 1825mm**Geeignete Heckrotorblätter**Best.-Nr. **1346B** CfK, S-Schlag, 140mm lang**Fernlenkanlage** (siehe Graupner-Hauptkatalog)

Empfohlen wird eine mit speziellen Hubschrauberoptionen ausgestattete Fernlenkanlage oder eine Microcomputer-Fernlenkanlage, z.B. mc-19, mc-22 oder mc-24.

Als Mindestausrüstung muss eine Fernlenkanlage mit einem 4-Punkt-Taumelscheibenmischer und 6 ansteuerbaren Servos für die Funktionen Nick, Roll, Pitch, Heck und Turbinensteuerung zur Verfügung stehen.**RC-Funktionen**

Taumelscheibe quer:	Rollfunktion rechts/links
Taumelscheibe längs:	Nickfunktion vorwärts/rückwärts
Heckrotor:	Drehung um die Hochachse
Kollektivpitch:	Heben und senken
Turbinensteuerung	Regelung der Hauptrotordrehzahl, Starten und Stoppen des Triebwerkes
Zusätzlich empfohlen:	Kreiselstabilisierung der Heckrotorsteuerung

Servos (nur hochwertige Ausführungen verwenden), z. B.C 4421, Best.-Nr. **3892****Kreisel:**Gyro-System PIEZO 5000, Best.-Nr. **5146** mit Super-Servo NES-8700G, Best.-Nr. **5156** oderGyro-System PIEZO 550, Best.-Nr. **5147** oder SRVS Gyro-System G490T, Best.-Nr. **5137****Empfängerstromversorgung:**

Aus Sicherheitsgründen sollen nur Akkus mit mindestens 1800 mA Kapazität Verwendung finden:

POWER-Stromversorgungskabel, Best.-Nr. **3050** mit Akku 4RC-3000 MH, Best.-Nr. **2568**.Eine ständige Kontrolle der Akkuspannung wird durch die Verwendung des **NC-AKKU-CONTROLLERS**, Best.-Nr **3138**, ermöglicht.**Optionales Zubehör****Hydraulische Rotorbremse**Best.-Nr. **6810.100****PC-Adapter**Best.-Nr. **6801**

Schnittstellenadapter und Software für PC-Anschluss zur Datenübernahme aus der ECU

Aufbau der Mechanik

Die Turbinen-Hubschraubermechanik ist zum Einbau in einen separat angebotenen, geeigneten GfK-Rumpf vorgesehen und darauf abgestimmt; von einer Inbetriebnahme der nicht in einen Rumpf eingebauten Mechanik wird aus Sicherheitsgründen dringend abgeraten.

Passend zum verwendeten Rumpfbausatz wird eine (ebenfalls separat angebotene) Abgasführung aus Edelstahl benötigt, durch welche die Turbinenabgase aus dem Rumpf herausgeführt werden.

Die Hauptmechanik wird bereits fertig montiert und mit eingebauter Turbine geliefert; für den Einbau der Taumelscheibenservos, der Umlenkhebel und der Taumelscheibe liegen die benötigten Teile als Bausatz bei.

Ebenfalls als Bausatz mitgeliefert werden Hauptrotorkopf und Heckrotor.

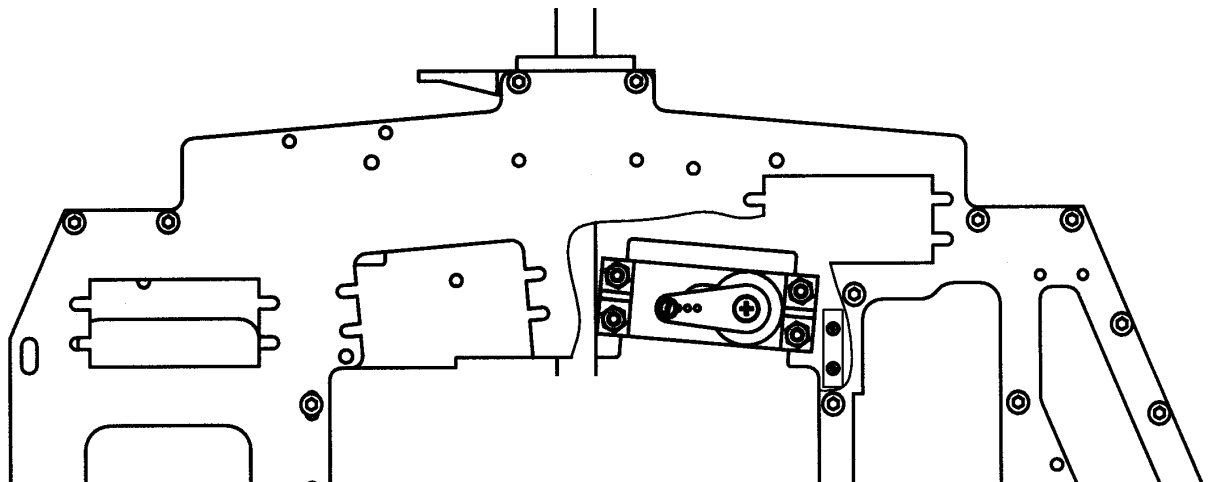
Die Nebenaggregate der Turbine, also Kraftstoffpumpe, Ventile (Gas, Kerosin) und Filter, sind bereits fertig an der Mechanik montiert, wobei auch die Schlauchverbindungen bereits hergestellt wurden; rechts an der Mechanik befindet sich ein Schlauchanschluss für den Kraftstofftank, links eine Schlauchanschluss für den Hilfgastank. Die elektrischen Anschlüsse sind in einer Interfacebox zusammengefasst, von der ein steckbar ausgeführter Kabelbaum zur ECU führt, was den Ein- und Ausbau der Mechanik erheblich vereinfacht.

1. Fertigstellen der Hauptmechanik

Das Chassis der Hauptmechanik wird bereits fertig montiert und mit eingebauter Turbine geliefert. Die Fertigstellung besteht aus dem Einbau von Taumelscheibe, Taumelscheibenservos und Umlenkhebel.

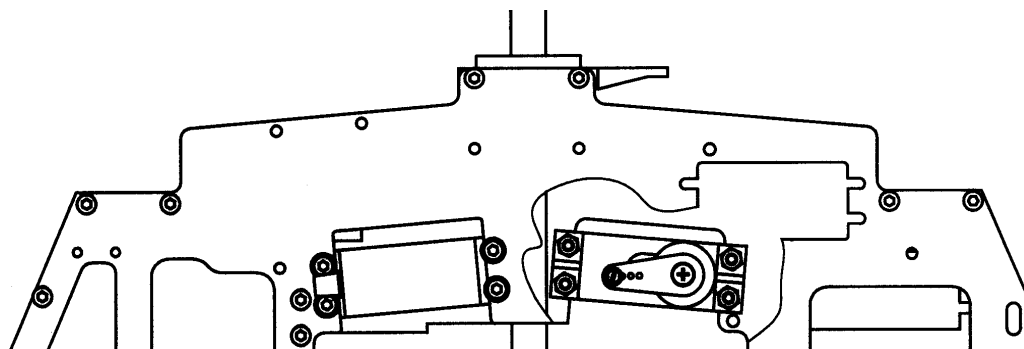
1.1 Montage des vorderen Nick/Pitchservos (Beutel J2-3)

Das vordere Nick/Pitchservo wird im Ausschnitt der linken Chassis-Seitenplatte **von innen** mit Inbusschrauben M3x12, U-Scheiben und Stopmuttern befestigt, und zwar mit dem Kabelauslass **nach vorn** weisend. An einen passenden Servohebel wird 20 mm vom Drehpunkt entfernt eine Gelenkkugel **auf der Oberseite** mit Schraube M2x8 und Mutter angebracht; der Hebel wird so auf dem Servo montiert, dass er bei Servo-Mittelstellung genau horizontal nach hinten weist.



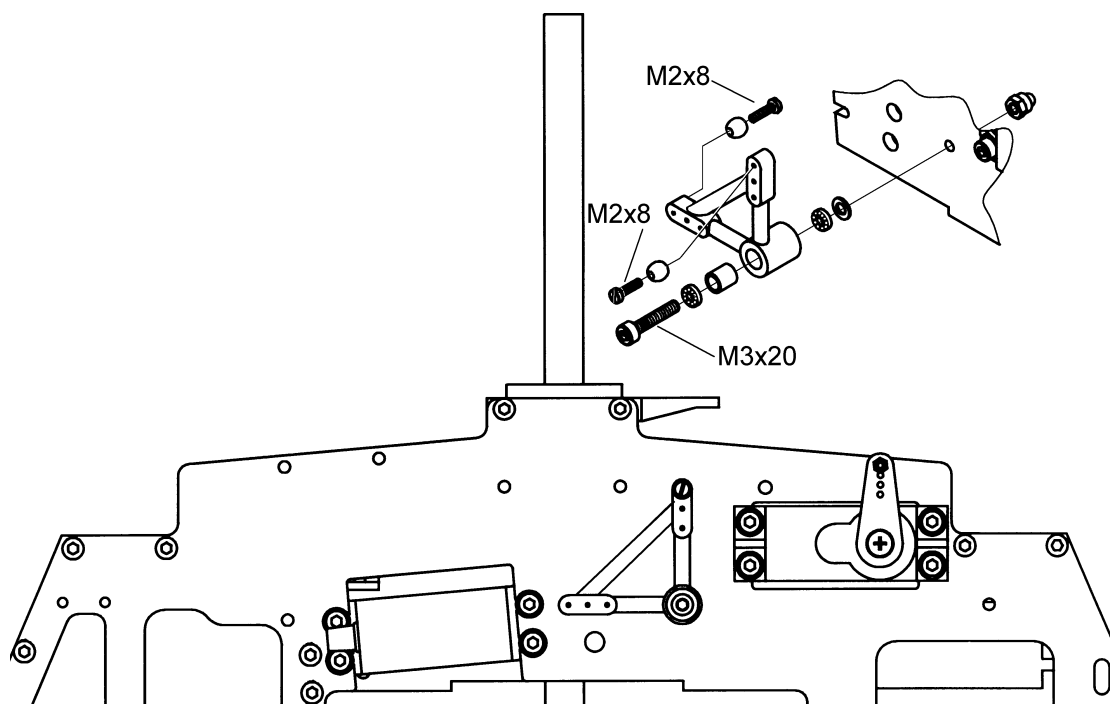
1.2 Montage des hinteren Nick/Pitchservos (Beutel J2-3)

Das hintere Nick/Pitchservo wird im Ausschnitt der rechten Chassis-Seitenplatte **von innen** mit Inbusschrauben M3x12, U-Scheiben und Stopmuttern befestigt, und zwar mit dem Kabelauslass **nach hinten** weisend. An einen passenden Servohebel wird 20 mm vom Drehpunkt entfernt eine Gelenkkugel **auf der Oberseite** mit Schraube M2x8 und Mutter angebracht; der Hebel wird so auf dem Servo montiert, dass er bei Servo-Mittelstellung genau horizontal nach vorn weist.



1.3 Montage des linken Roll/Pitchservos (Beutel J2-3)

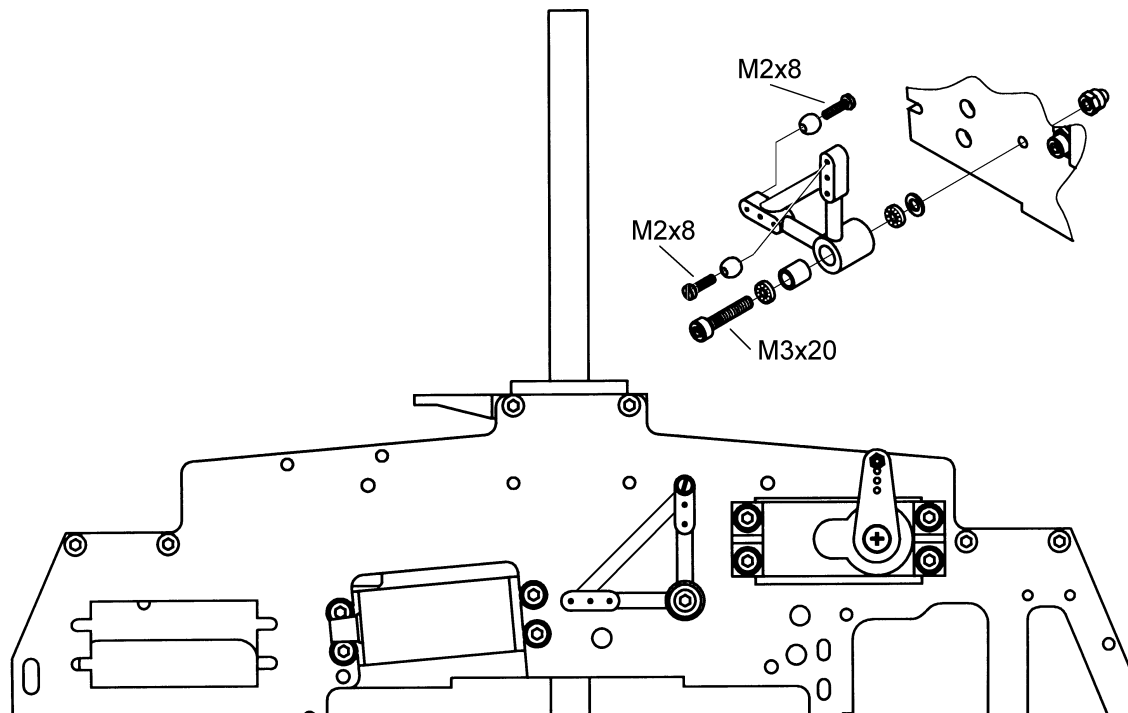
Das linke Roll/Pitchservo wird im Ausschnitt der linken Chassis-Seitenplatte **von aussen** mit Inbusschrauben M3x12, U-Scheiben und Stopmuttern befestigt, und zwar mit dem Kabelauslass **nach hinten** weisend. An einen passenden Servohebel wird 20 mm vom Drehpunkt entfernt eine Gelenkkugel **auf der Unterseite** mit Schraube M2x8 und Mutter angebracht; der Hebel wird so auf dem Servo montiert, dass er bei Servo-Mittelstellung genau senkrecht nach oben weist.



Der Umlenkhebel wird gemäss Abbildung montiert: Zunächst werden die beiden Kugellager mit zwischengelegter Distanzbuchse in den Umlenkhebel eingedrückt, dann werden die Gelenkkugeln in den äussersten Bohrungen der Hebel mit Schrauben M2x8 montiert. Dabei wird die Kugel für das zum Servo führende Gestänge von aussen montiert, die Kugel für das zur Taumelscheibe führende Gestänge von innen. Der Umlenkhebel wird dann mit einer Inbusschraube M3x20, Distanzring und Stopmutter am Chassis montiert.

1.4 Montage des rechten Roll/Pitchservos (Beutel J2-3)

Das rechte Roll/Pitchservo wird im Ausschnitt der rechten Chassis-Seitenplatte **von aussen** mit Inbusschrauben M3x12, U-Scheiben und Stopmuttern befestigt, und zwar mit dem Kabelauslass **nach vorn** weisend. An einen passenden Servohebel wird 20 mm vom Drehpunkt entfernt eine Gelenkkugel **auf der Unterseite** mit Schraube M2x8 und Mutter angebracht; der Hebel wird so auf dem Servo montiert, dass er bei Servo-Mittelstellung genau senkrecht nach oben weist.



Der Umlenkhebel wird gemäss Abbildung montiert: Zunächst werden die beiden Kugellager mit zwischengelegter Distanzbuchse in den Umlenkhebel eingedrückt, dann werden die Gelenkkugeln in den äussersten Bohrungen der Hebel mit Schrauben M2x8 montiert. Dabei wird die Kugel für das zum Servo führende Gestänge von aussen montiert, die Kugel für das zur Taumelscheibe führende Gestänge von innen. Der Umlenkhebel wird dann mit einer Inbusschraube M3x20, Distanzring und Stopmutter am Chassis montiert.

1.5 Anfertigen der Gestänge (Beutel J2-1B)

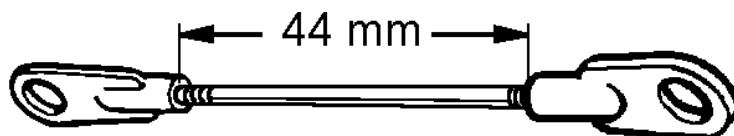
Gestänge A

Aus je einer Gewindestange M2,5x30 und zwei Kugelgelenken werden zwei Gestänge gemäss Abbildung angefertigt.



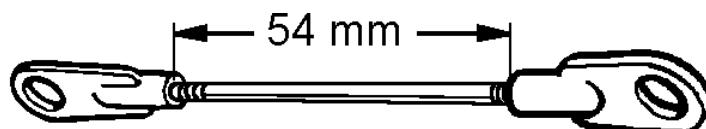
Gestänge B

Aus je einer Gewindestange M2,5x65 und zwei Kugelgelenken werden zwei Gestänge gemäss Abbildung angefertigt.



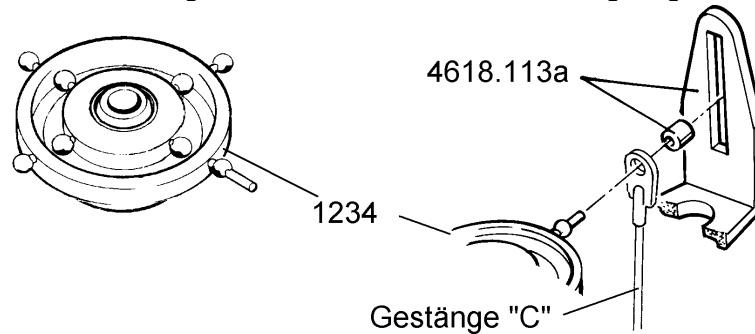
Gestänge C

Aus je einer Gewindestange M2,5x75 und zwei Kugelgelenken werden zwei Gestänge gemäss Abbildung angefertigt.



1.6 Montage der Taumelscheibe (Beutel J2-1)

Die Domlagerplatte nach Herausdrehen der seitlichen Befestigungsschrauben auf der Hauptrotorwelle ganz nach oben schieben, so dass die Taumelscheibenführung 4618.113A mit zwei Inbusschrauben M3x16 befestigt werden kann, wie in der Abbildung dargestellt.



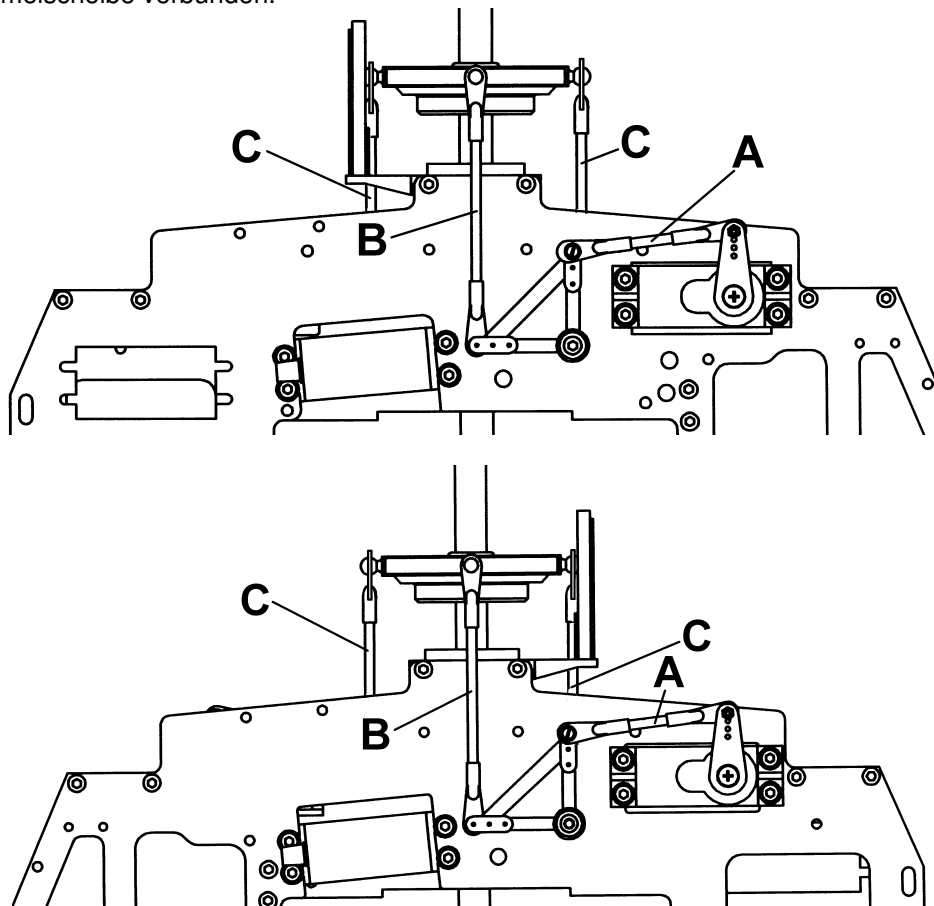
Auf die Kugel mit dem Führungsstift der Taumelscheibe 1234 ein Gestänge „C“ aufdrücken. Auf den gefetteten Führungsstift die Messinghülse aufschieben, dann die Taumelscheibe auf die Hauptrotorwelle aufstecken, wobei der Führungsstift mit der Hülse in die Taumelscheibenführung eingreifen und das Gestänge „C“ durch die Aussparung in der Domlagerplatte nach unten führen muss. Dann alles zusammen (Taumelscheibe und Domlagerplatte mit Taumelscheibenführung) nach unten schieben, bis die Domlagerplatte wieder an der ursprünglichen Position festgeschraubt werden kann. Das untere Ende des Gestänges „C“ mit dem hinteren Nick/Pitchservo verbinden.

1.7 Montage der übrigen Gestänge

Mit je einem **Gestänge (A)** wird der Servohebel des linken bzw. rechten Rollservos mit dem zugehörigen Umlenkhebel verbunden.

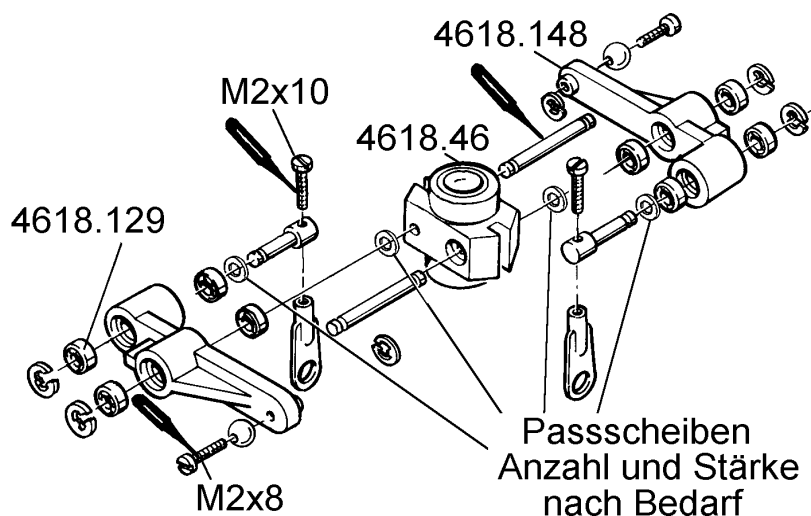
Mit je einem **Gestänge (B)** werden die Umlenkhebel mit den seitlichen Kugeln der Taumelscheibe verbunden.

Mit dem verbliebenen **Gestänge (C)** wird das vordere Nick/Pitchservo mit der vorderen Kugeln der Taumelscheibe verbunden.

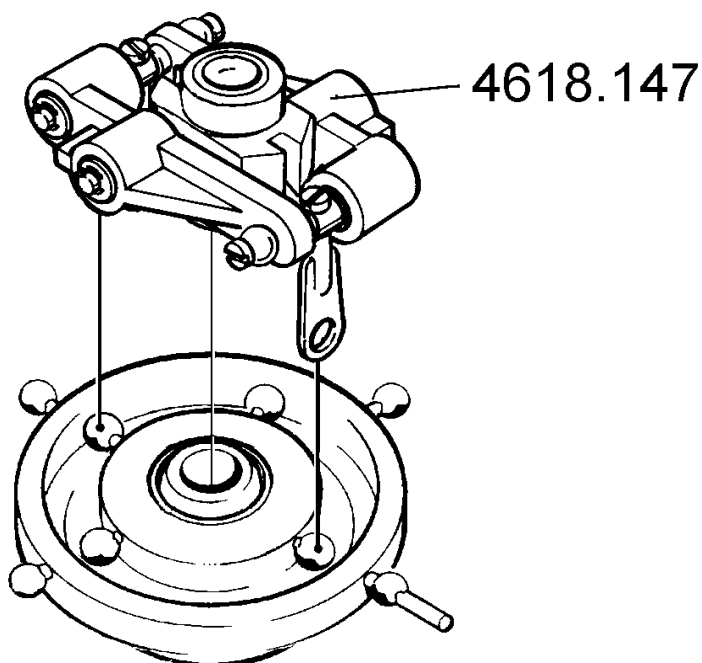


1.8 Pitchkompensator (Beutel J2-1)

Der Pitchkompensator 4618.147 wird entsprechend der Abbildung zusammengesetzt.



Dazu werden zunächst die mit einem Sicherungsring versehenen Messingbolzen mit Lagerbefestigungskleber in die Bohrungen des Pitchkompensator-Mittelstücks 4618.46 eingeklebt, so dass die Enden mit den Sicherungsringen in den Ansenkungen liegen. Die Pitchkompensatorarme werden mit den Kugellagern 4618.129 versehen und auf die herausstehenden Bolzenenden gesteckt, wobei jeweils mindestens eine Passscheibe zwischen Mittelstück und Arm angeordnet wird; die Arme müssen sich leichtgängig auf den Bolzen drehen lassen. Nach dem Anbringen der äusseren Sicherungsscheiben sollte kein Axialspiel der Arme auf den Bolzen vorhanden sein, andernfalls müssen weitere Passscheiben unterlegt werden.



Den Pitchkompensator auf die Hauptrotorwelle aufstecken und die beiden Kugelgelenke gemäss Abbildung auf die bezeichneten Kugeln des Taumelscheiben-Innenringes aufdrücken.

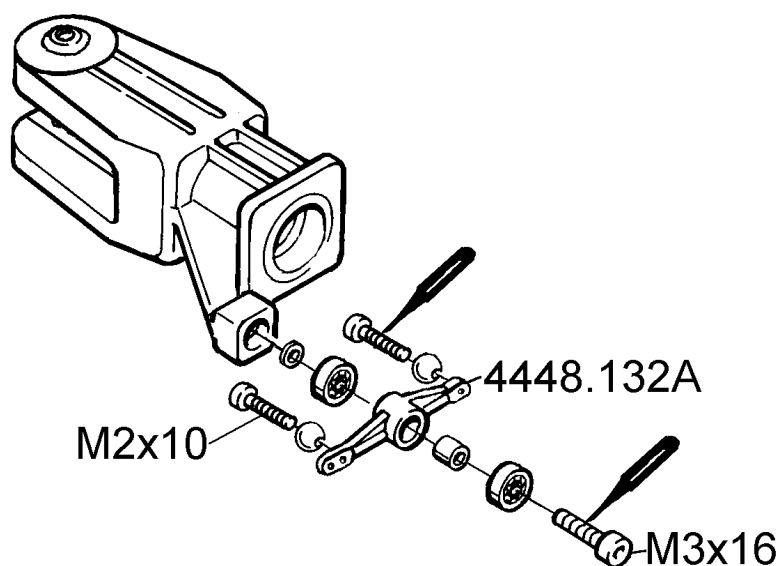
2. Zusammenbau des Hauptrotorkopfes (Beutel U2-10)

Der Hauptrotorkopf wird entsprechend den Abbildungen zusammengesetzt, alle Kugellager sind zu fetten.

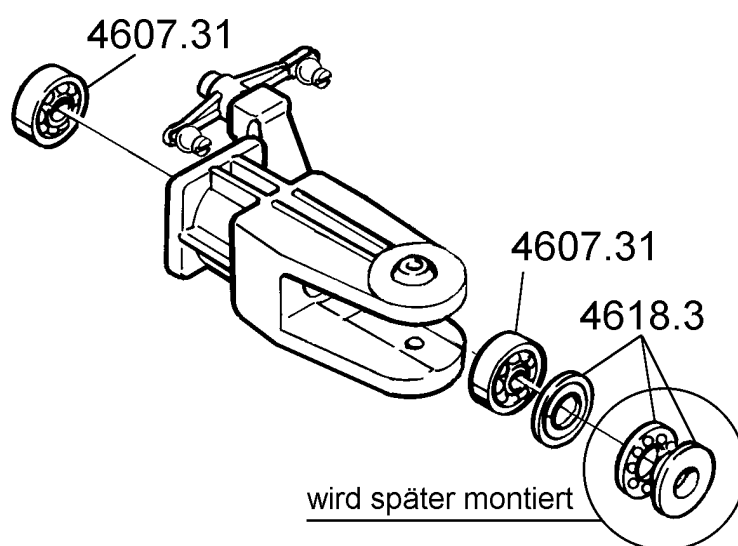
2.1 Vorbereiten der Blatthalter (Beutel U2-10A, U2-10B)

An den Mischhebeln 4448.132A werden zunächst die beiden Gelenkkugeln mit Schrauben M2x10 montiert, dann werden beidseitig die Kugellager eingedrückt, wobei die Messing-Distanzbuchse zwischengelegt werden muss.

An die Schrauben M3x16 auf der gesamten Gewindelänge etwas Schraubensicherungslack geben und diese durch die Kugellager und die Distanzbuchse stecken; dabei darf kein Schraubensicherungslack in die Lager geraten. Mischhebel an die Blatthalter schrauben und unbedingt darauf achten, dass die Messing-Distanzscheibe zwischen dem inneren Kugellager und dem Blattverstellarm eingefügt wird. Die Mischhebel müssen nun leichtgängig in den Lagern beweglich sein; ggf. mit Silikonöl schmieren.



In die Blatthalter werden die Radiallager 4607.31 und die Lagerscheibe des Drucklagers 4618.3 gemäss Abbildung bis zum Anschlag eingedrückt.



Nun wird überprüft, ob die vorbereiteten Blatthalter mit den Lagern 4607.31 leichtgängig auf die Blattlagerwelle 4682.29 aufgeschoben werden können; ggf. muss die Blattlagerwelle mit feinem Schleifpapier (Körnung >600) so lange nachgearbeitet werden, bis sich ein Schiebessitz für die Lager ergibt.

2.2 Montage der Blatthalter

In das Rotorkopfzentralstück 4448.26 werden links und rechts die beiden O-Ringe 4607.28 eingedrückt und die eingefettete Blattlagerwelle durchgesteckt, so dass sie an beiden Seiten gleich weit heraussteht. Die O-Ringe dürfen dabei nicht wieder herausgedrückt werden.

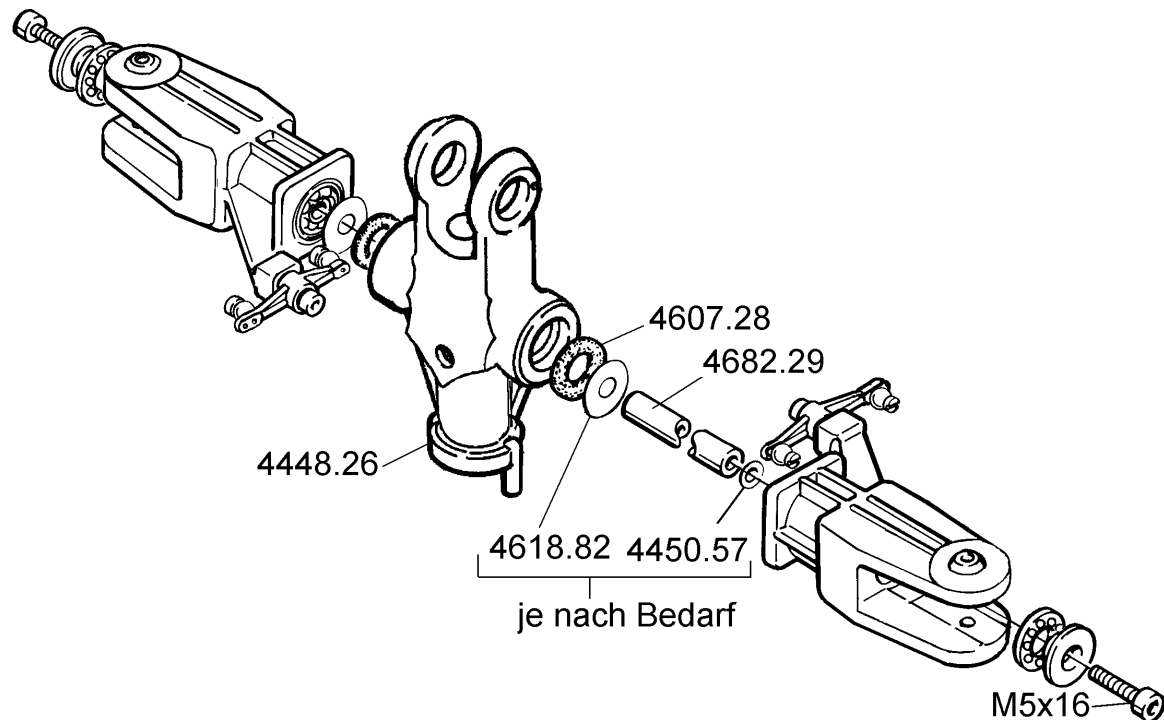
Je eine Passscheibe 0,3 mm aus 4450.56 wird beidseits des Zentralstückes auf die Welle aufgesteckt, dann je ein Blatthalter, wobei darauf zu achten ist, den Blatthalter so auszurichten, dass der Blattverstellarm mit dem Mischhebel *vor* dem Blatt läuft (siehe Abbildung).

Abschliessend die Kugelkäfige und die Druckscheiben der Axiallager 4618.3 gut gefettet aufsetzen und die beiden Inbusschrauben M5x16 festziehen.

Blatthalter auf Leichtgängigkeit prüfen, dazu ggf. mit dem Schraubendrehergriff auf Blatthalter und Zentralstück klopfen, damit sich die Lager richtig, ohne Verspannung, setzen können.

Sollten die Blatthalter nicht leichtgängig sein, weil sie gegen das Zentralstück gedrückt werden, so muss eine Distanzscheibe 4450.57 zwischen die Druckscheibe eines der beiden Kombilager und die Blattlagerwelle eingefügt werden.

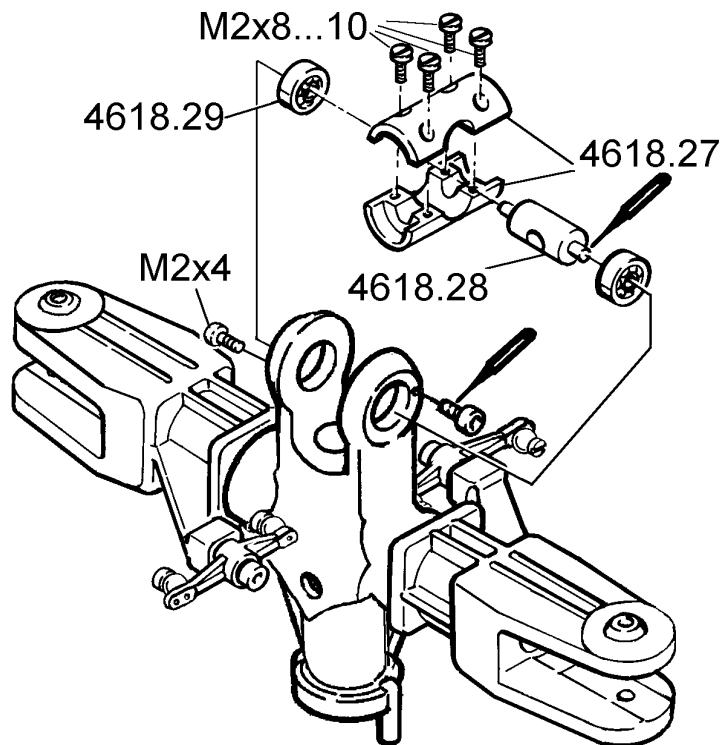
Wenn die Leichtgängigkeit der Blatthalter sicher gestellt ist, werden die Inbusschrauben M5x16 unter Zugabe von Schraubensicherungslack endgültig festgezogen. Wurde eine Distanzscheibe 4450.57 eingefügt so muss darauf geachtet werden, die Inbusschraube hier mit Gefühl festzuziehen, damit die Messingscheibe nicht deformiert wird.



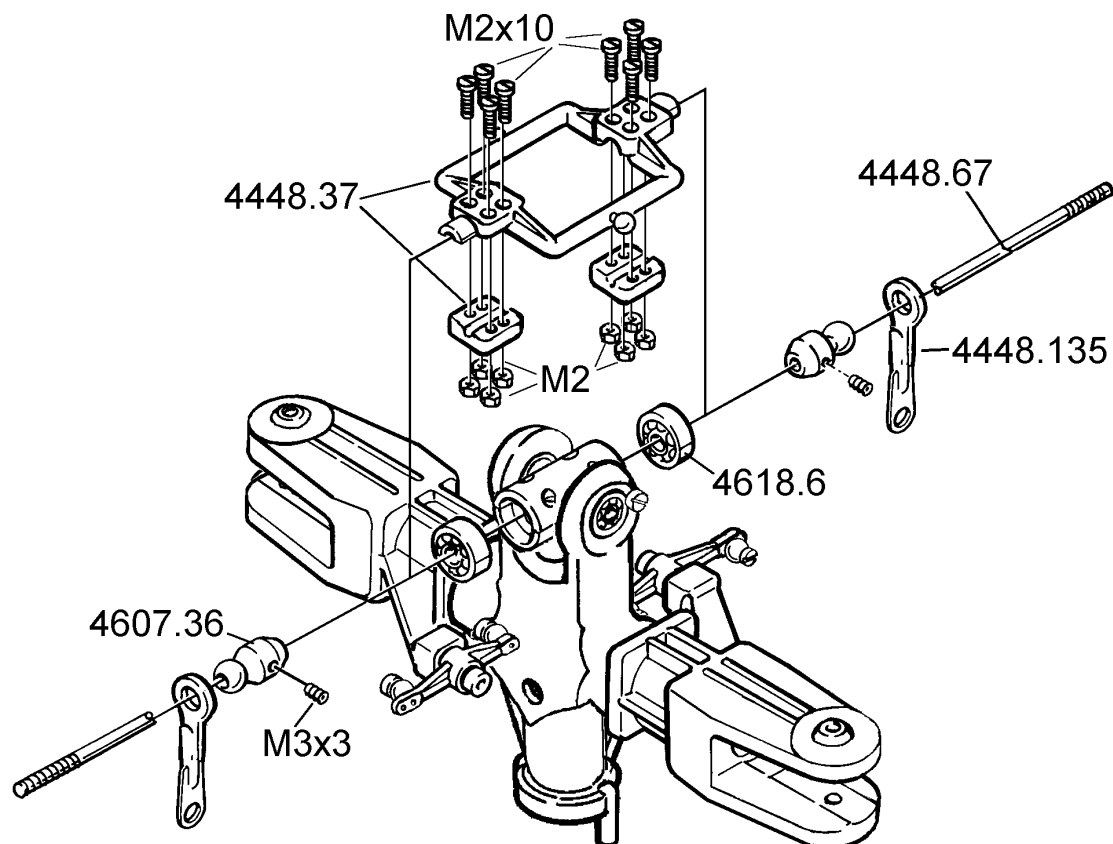
2.3 Montage des Hilfsrotors (Beutel U2-10C, U2-10D)

Wippe 4618.27 entsprechend der Abbildung montieren. Die Bohrung im Lagerbolzen 4618.28 muss mit der Längsöffnung der Wippe fluchten, damit später die Paddelstange durchgesteckt werden kann, ohne zu klemmen oder zu schleifen. Die beiden Hälften der Wippe werden zunächst provisorisch mit vier Schrauben M2x8...10 (aus anderen Baugruppen „ausleihen“) zusammengehalten; diese Funktion übernehmen später die längeren Schrauben des Bremsstellers. Die beiden Kugellager werden aussen mit jeweils einer Schraube M2x4 im Zentralstück gesichert. Wippe auf Leichtgängigkeit prüfen.

Paddelstange dort, wo später die Steuerbrücke 4448.37 aufgeklemt wird, mit Sandpapier aufrauen; beim Verschrauben der Steuerbrücke dann Schraubensicherungslack zwischen Paddelstange und Stellerrahmen geben, um ein Verdrehen der Paddelstange in der Steuerbrücke zu verhindern.

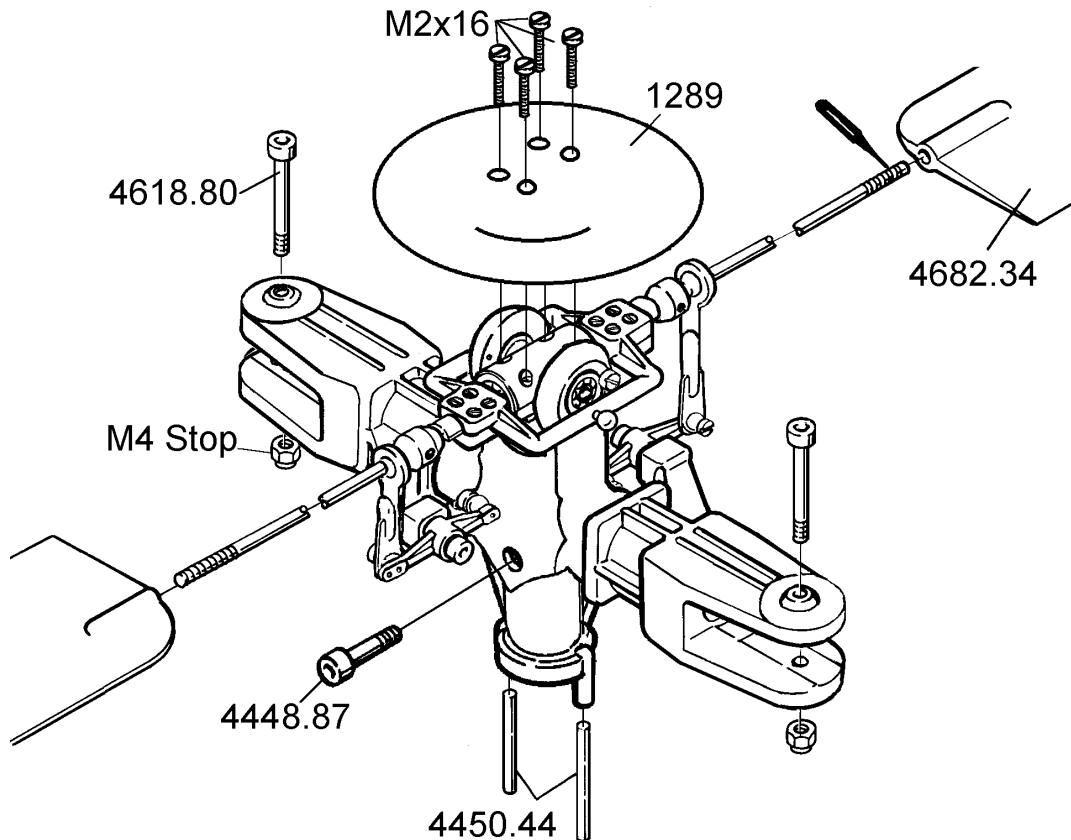


In die Wippe beidseitig je ein Kugellager 4618.6 eindrücken. Paddelstange 4448.67 durch die Wippe schieben und genau mittig ausrichten, so dass sie auf beiden Seiten gleich weit aus den Lagern herausragt, dann Steuerbrücke 4448.37, wie beschrieben, montieren.



Kugelstellringe 4607.36 beidseitig auf die Paddelstange aufschieben, bis sie an der Steuerbrücke anliegen. Vor dem Eindrehen der Stiftschrauben M3x3 Schraubensicherungslack in die Gewindebohrungen der Kugelstellringe geben. Doppelkugelgelenke 4448.135 aufdrücken.

Die Paddel 4682.34 unter Zugabe von Schraubensicherungslack genau 15mm weit auf die Enden der Paddelstange aufschrauben und exakt parallel zueinander und zur Steuerbrücke ausrichten.

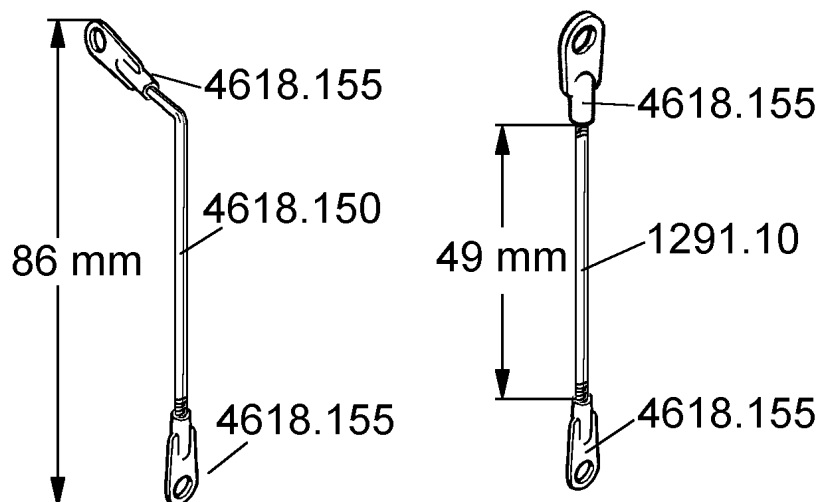


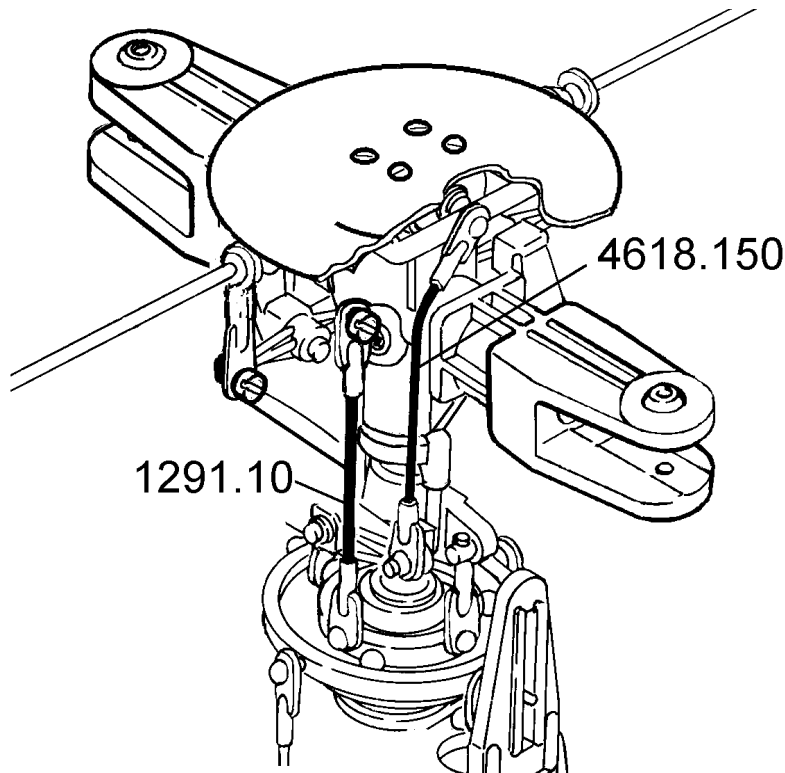
Die provisorisch verwendeten Schrauben aus dem Oberteil der Wippe wieder entfernen und den Bremsteller 1289 mit den vier Schrauben M2x16 auf der Wippe befestigen
In das Rotorkopfzentralstück die beiden Führungsstifte 4450.44 für den Pitchkompensator unter Zugabe von Schraubensicherungslack eindrücken.

2.4 Montage des Hauptrotorkopfes (Beutel U2-10E)

Den Hauptrotorkopf auf die Hauptrotorwelle aufstecken; dabei darauf achten, dass die Bohrung im Rotorkopf mit der oberen Querbohrung in der Hauptrotorwelle fluchtet, dann den Rotorkopf mit Spezialschraube 4448.87 festschrauben. Die Gestänge 4618.150 und 1291.10 gemäss Zeichnung montieren.

Jeweils zwei gerade und zwei abgewinkelte Gestänge anfertigen gemäss Abbildung





Die Gestänge 4618.150 müssen noch justiert werden, um den maximal möglichen Pitch-Verstellbereich zu erhalten, dabei folgendermassen vorgehen:

Taumelscheibe ganz nach oben schieben, dazu ggf. die Kugelgelenke am Aussenring aushängen. Die Taumelscheibe soll genau dann gegen den Pitchkompensator stossen, wenn dieser selbst gegen die Unterkante des Hauptrotorkopfes stösst.

Ist das nicht der Fall, so müssen die abgewinkelten Gestänge 4618.150 justiert werden:

- Die Taumelscheibe stösst gegen den Pitchkompensator, aber zwischen Pitchkompensator und Rotorkopf besteht noch eine Lücke: ➔ Beide Gestänge verkürzen
- Der Pitchkompensator stösst gegen den Rotorkopf, aber zwischen Taumelscheibe und Pitchkompensator besteht noch eine Lücke: ➔ Beide Gestänge verlängern

Dabei unbedingt darauf achten, dass stets beide Gestänge gleichmässig verstellt werden, so dass sie die gleiche Länge haben.

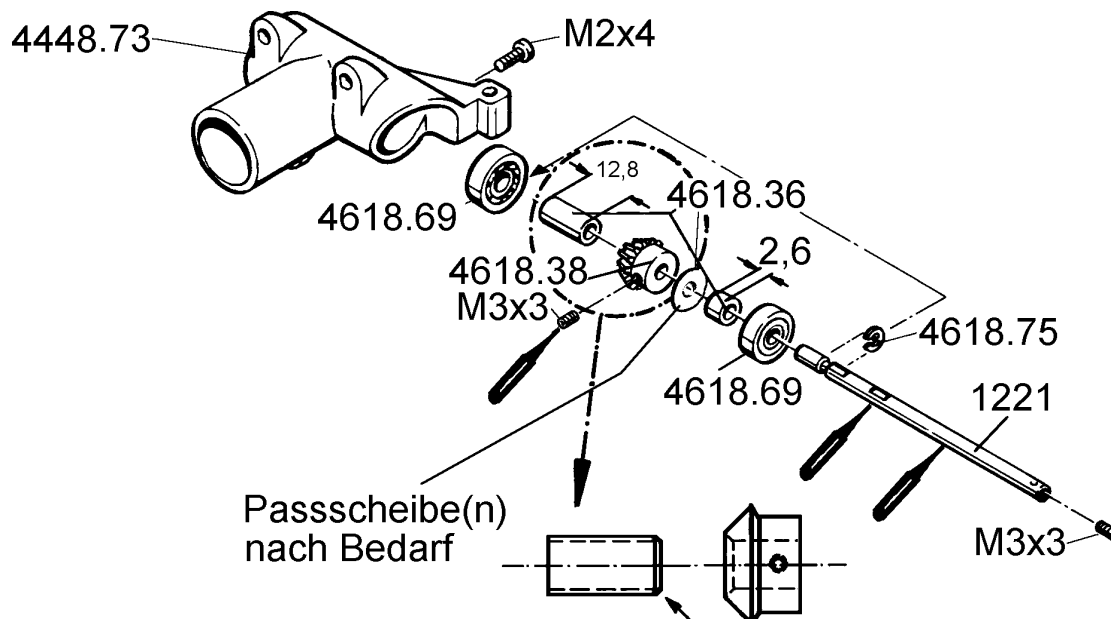
Abschliessend die Feineinstellung des Hilfsrotors vornehmen, so dass die Hillerpaddel parallel zur Taumelscheibe stehen, wenn diese waagrecht ausgerichtet ist. Dabei die Gestänge 4618.150 um gleiche Beträge gegensinnig verdrehen, nicht nur ein Gestänge verstellen!

Der Einstellwinkelbereich der Rotorblätter hängt unter anderem auch ab von der Montageposition der Gelenkkugel des Doppelkugelgelenkes (zwischen Paddelstange und Mischhebel am Blattgriff): Die Montage der Kugel in der äusseren Bohrung erweitert den Pitchbereich um ca. 4,5° gegenüber der Montage in der inneren Bohrung.

Beim Einstellen der Pitch-Steuerwege unbedingt sicherstellen, dass bei Pitchminimum (tiefste Stellung der Taumelscheibe) die beiden Führungsstifte vom Hauptrotorkopf noch sicher in den Pitchkompensator eingreifen, andernfalls kann das Modell unsteuerbar werden.

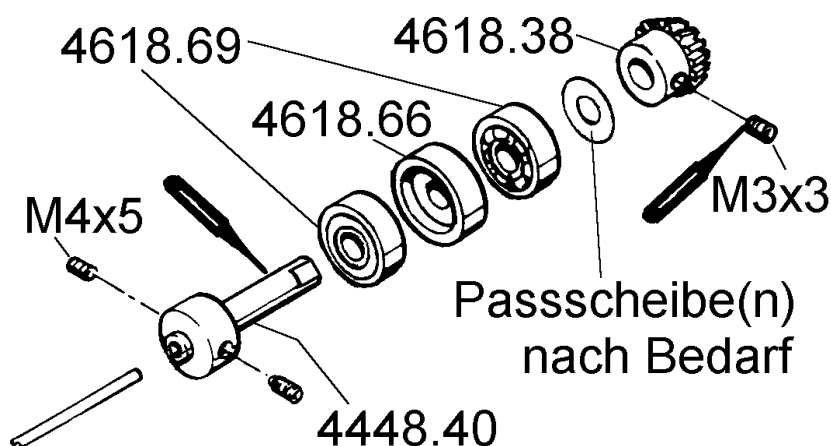
3. Zusammenbau des Heckrotorgetriebes (Beutel J2-2, J2-2A)

Wellensicherung 4618.75 auf Welle 1221 aufdrücken. Lange Distanzbuchse 4618.36 (mit der Fase zum Kegelrad) und Kegelrad 4618.38 aufschieben und gegen die Wellensicherung drücken. Schraubensicherungslack in die Gewindebohrungen im Kegelrad geben, dann Stiftschrauben M3x3 festziehen; dabei muss eine der beiden Stiftschrauben auf die Fläche an der Heckrotorwelle treffen. Stiftschrauben dabei nicht so fest anziehen, dass sich das Kegelrad verspannt und später unrund läuft. Kurze Distanzbuchse, 1-2 Passscheiben und Kugellager 4618.69 aufstecken, dabei ganz gegen das Kegelrad schieben. Einheit ins Heckrotorgehäuse 4448.73 bis zum Anschlag einschieben, und mit Sicherungsschraube M2x4 fixieren. Prüfen, ob die Welle keinerlei Axialspiel aufweist, ggf. weitere Passscheiben 5/10x0,1 zwischenlegen. Dabei sicherstellen, dass die Lager nicht verspannt sind, andernfalls Anzahl der Passscheiben verringern bzw. gegen dünnere Scheiben auswechseln.

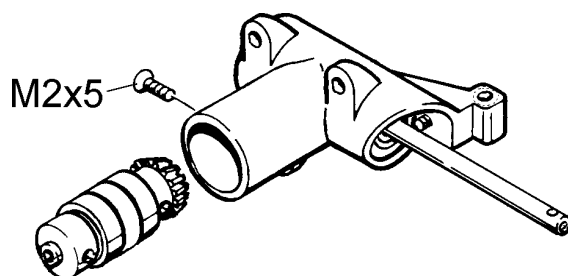


Auf die Heckrotor-Eingangswelle 4448.40 die beiden Lager 4618.69 und das Distanzstück 4618.66 unter Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufstecken gemäss Abbildung. Die Lager dürfen dabei nicht verspannt werden, ggf. durch daraufklopfen (z.B. mit einem Schraubenziehergriff) erreichen, dass sie sich korrekt auf der Welle "setzen"; Lagekleber aushärten lassen.

Eine Passscheibe 5/10x0,1 und Kegelrad 4618.38 zunächst ohne Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufstecken gemäss Abbildung. Die Stiftschrauben M3x3 so in das Kegelrad eindrehen, dass eine der beiden Stiftschrauben auf die Fläche an der Eingangswelle trifft.



Die fertiggestellte Antriebswelleneinheit so in das Heckrotorgehäuse stecken, dass die Bohrung im Distanzstück 4618.66 mit der Bohrung im Heckrotorgehäuse fluchtet, dann mit Senkkopfschraube M2x5 sichern.



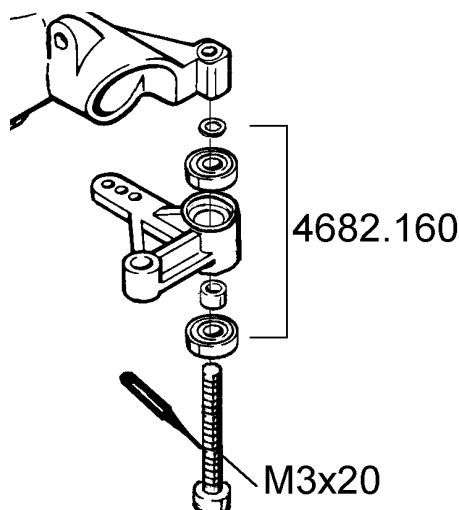
Durch die Gewindebohrungen der Kupplung 4448.40 einen Stift (Schraubenzieher o.ä.) stecken. An diesem Knebel nun fest an der Kupplung ziehen (gegen die Verschraubung mit der Senkkopfschraube), damit sich die Antriebseinheit so im Heckrotorgehäuse setzt, dass sich das unter Last maximal mögliche Zahnflankenspiel der Kegelräder ergibt. Jetzt überprüfen, dass das Heckrotorgetriebe leichtgängig läuft, mit gerade spürbarem Zahnflankenspiel der Kegelräder. Falls das Zahnflankenspiel zu gering ist, die Zahnräder also schwergängig laufen, muss die Antriebseinheit noch einmal ausgebaut, die Passscheibe entfernt und wieder eingebaut werden; bei zu grossem Zahnflankenspiel hingegen werden weitere Passscheiben eingefügt. Nach entsprechendem Ziehen an der Antriebseinheit, wie oben beschrieben, sollte sich nun das erforderliche Zahnflankenspiel der Kegelräder ergeben.

Hinweis: Sollte sich das Zahnflankenspiel so nicht zufriedenstellend justieren lassen, kann das daran liegen, dass das Kegelrad auf der Heckrotorwelle durch Fertigungstoleranzen zu weit aussen liegt und keinen korrekten Eingriff mit dem Kegelrad auf der Eingangswelle aufweist. Das lässt sich feststellen, wenn das Kegelrad der Eingangswelle bereits merklich mit den Zahnspitzen an der langen Distanzbuchse kratzt, dennoch aber Zahnflankenspiel vorhanden ist. In diesem Fall muss die lange Distanzbuchse gekürzt und als Ausgleich weitere Passscheiben zwischen kurzer Distanzbuchse und Lager 4618.69 eingefügt werden, bis sich das gewünschte geringe Zahnflankenspiel einstellt.

Beide Einheiten dann noch einmal ausbauen, die Lager auf der Heckrotorwelle sowie das Kegelrad auf der Eingangswelle unter Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufschieben und alles wieder endgültig zusammenbauen; dabei auch die Stiftschrauben unter Zugabe von Schraubensicherungslack endgültig festziehen.

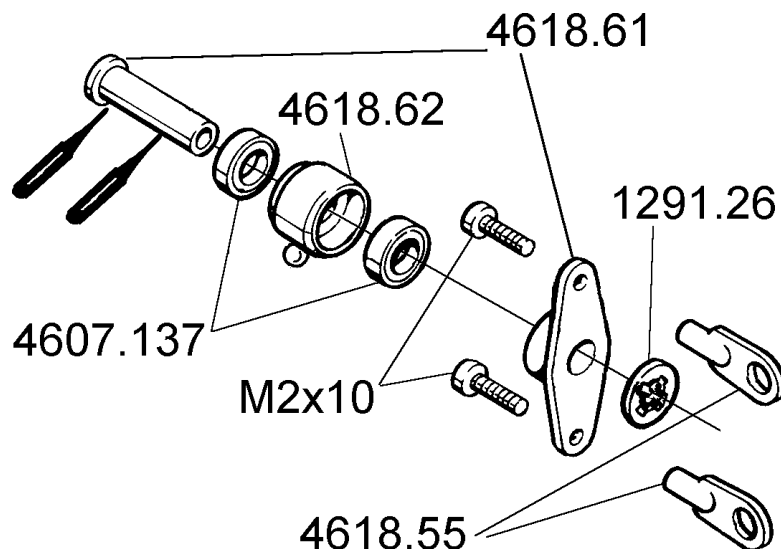
4. Montage von Umlenkhebel und Steuerbrücke (Beutel U2-11B)

Auf die Inbusschraube M3x22 den Heckrotoranlenkhebel 4682.160 mit den eingedrückten Lagern (Distanzbuchse nicht vergessen!) und die Distanzscheibe aufstecken.



Schraube mit aufgestecktem Hebel einige Umdrehungen in den Ansatz des Heckrotorgehäuses eindrehen, aber noch nicht festschrauben, weil zunächst die im nächsten Abschnitt beschriebene Steuerbrücke montiert werden muss.

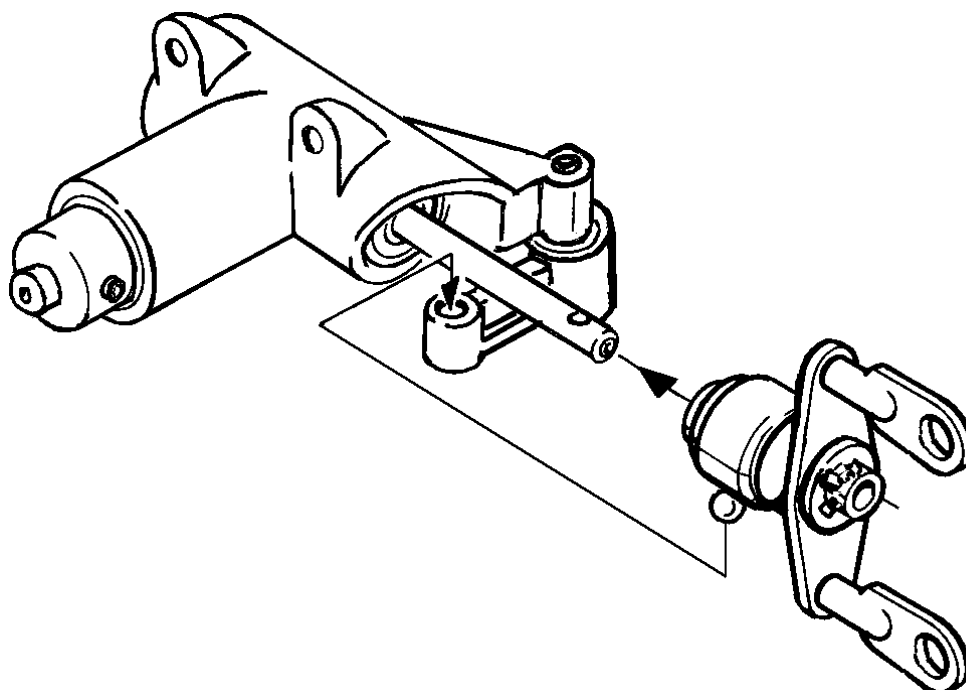
Kugellager 4607.137 bis zum Anschlag in den Steuerring 4618.62 eindrücken. Einheit unter Zugabe von wenig Schraubensicherungslack (nicht zwischen Steuerring und Steuerhülse geraten lassen!) auf die Steuerhülse aus 4618.61 so aufschieben, dass der Lager-Innenring am Bund der Steuerhülse anliegt.



Steuerbrücke aus 4618.61 mit den beiden Kugelgelenken 4618.55 versehen, auf die Steuerhülse aufschieben und gegen den Lager-Innenring des anderen Kugellagers drücken. Zackenring 1291.26 auf die Steuerhülse und gegen die Steuerbrücke drücken.

Jetzt überprüfen, dass sich der Steuerring leichtgängig auf der Steuerbrücke drehen kann, andererseits aber auch keinerlei Axialspiel vorhanden ist. Sollte der Ring schwergängig laufen, so wurden wahrscheinlich die beiden Lager gegeneinander verspannt, was sich durch Daraufklopfen mit dem Schraubenziehergriff meist beheben lässt.

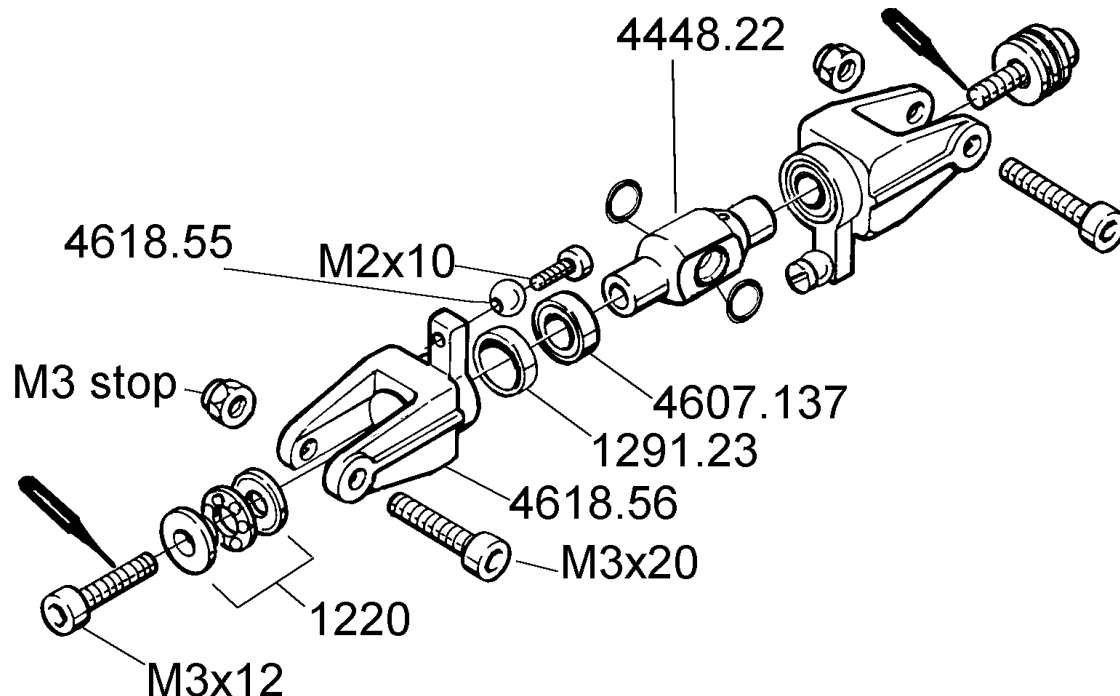
Steuerbrücke auf die Heckrotorwelle aufstecken, dann Anlenkhebel über die Kugel des Steuertringes greifen lassen und Schraube M3x20 festziehen.



5. Montage des Heckrotorkopfes (Beutel UM-11C)

Heckrotorkopf gemäss Abbildung montieren, dabei alle Lager fetten. Die Blatthalter-Befestigungsschrauben M3x12 unter Zugabe von Lagerbefestigung 603 so weit in die Nabe eindrehen, wie sich der Blatthalter noch leichtgängig drehen lässt.

Lagerbefestigungskleber nicht in die Kugellager geraten lassen!

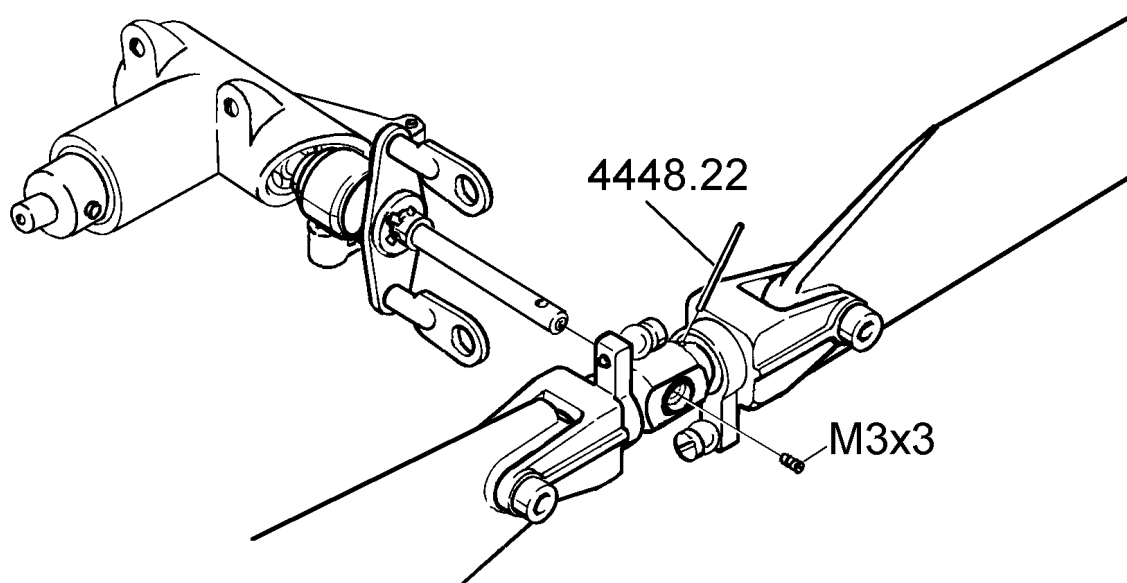


Die beiden O-Ringe so in die Nabe 4448.22 einsetzen, dass sie in den beiden Nuten liegen. O-Ringe einölen, den Heckrotorkopf so auf die Heckrotorwelle aufstecken, dass die Querbohrung in der Welle und die Bohrung in der Nabe mit einander fluchten und mit dem Stift 4448.22 fixieren, der seinerseits durch die Stiftschraube M3x3 gesichert wird.

Dabei die Ausrichtung der Nabe beachten (siehe Abbildung).

Heckrotorblätter mit den beiden Schrauben M3x20 in den Blatthaltern befestigen. Die Befestigungsschrauben der Heckrotorblätter nur so fest anziehen, dass sich die Blätter noch bewegen lassen, damit sie sich bei Rotation optimal ausrichten können.

Ausrichtung der Heckrotorblätter beachten: Der Heckrotor läuft, von der linken Seite aus betrachtet, im Uhrzeigersinn ("unten vorlaufend"), die Blattverstellarme der Blatthalter laufen vor dem Blatt.



6. Einbau der Fernlenkanlage

6.1 Einbau der Fernsteuerungskomponenten

Beim Einbau der Elektronikkomponenten sollte man sich genau an die nachfolgenden Empfehlungen halten, um eine möglichst hohe Betriebssicherheit des Modells zu erzielen.

Die Steuerung der Turbine erfolgt durch einen Microcontroller, also einen kleinen Computer, mit eigener Stromversorgung und einem Datenbus zwischen ECU, Turbineninterface und Anschlussplatine für die GSU. Da ein derartiges System naturgemäss hochfrequente Störungen verursacht, ist eine möglichst weite räumliche Trennung von den Komponenten der Empfangsanlage anzustreben, und auch eine Parallelverlegung oder auch nur Kreuzung der jeweils zugehörigen Kabel ist zu vermeiden.

6.2 Stromversorgung

Die Stromversorgung der Empfangsanlage erfolgt aus einem vierzelligen NC-Akku 4,8V min. 2Ah. Zwei Power-Stromversorgungskabel (Best.-Nr. 3050) werden neben einander montiert. Ihre Zuleitungskabel werden jeweils mit einander verlötet, nachdem die G2-Stecker entfernt wurden, und mit hochflexibler Litze von mindestens 2,5 mm² Querschnitt zum Akku verlängert. Hier wird der Akku über einen angelöteten G2-Goldkontaktstecker angeschlossen. Die Stromzufuhr zum Empfänger erfolgt damit über zwei Schalter und vier Zuleitungskabel, so dass eine hohe Sicherheit durch redundante Schalter und Verbindungskabel erzielt wird.

Die Zuleitung des Akkus für die Turbine wird auf das unbedingt erforderliche Mass gekürzt, mit einer Ladebuchse versehen und bis zur ECU geführt, die möglichst weit entfernt vom Empfänger untergebracht wird.

6.3 Empfänger, Gyrosystem

Empfänger und Gyrosystem werden möglichst weit entfernt von der ECU untergebracht: Empfänger und Gyroelektronik, miteinander verdrahtet und in Schaumstoff gelagert, davor der Sensor des Gyrosystems, mit Doppelklebeband auf den Rumpfboden aufgeklebt.

6.4 Servo-Verlängerungskabel

Zum Anschluss der in die Mechanik eingebauten Servos (Taumelscheibe, Rotorbremse) werden Verlängerungskabel benötigt, die zu einem Kabelbaum zusammengefasst werden, so dass sie im Empfänger eingesteckt bleiben können, wenn die Verbindung zur Mechanik getrennt werden soll.

6.5 Empfängerantenne

Die Verlegung der Empfängerantenne sollte entsprechend den Angaben in der Rumpf-Bauanleitung vorgenommen werden. Generell wird die Antenne innerhalb des Rumpfes in einem Kunststoffrohr (Best.-Nr. 3593) geführt: Weit entfernt von allen "Knackimpulse" abstrahlenden Mechanikkomponenten und so, dass sie nach allen Seiten eine wirksame Empfangsfläche bildet.

6.6 Turbinen-Steuerelektronik (ECU)

Die ECU wird, wie schon erwähnt, möglichst weit entfernt vom Empfänger untergebracht mit dem Akkuanschluss nach vornweisend.

Die LED/Anschlussplatine wird so montiert, dass die LEDs von aussen, z.B. durch ein Fenster, beobachtet werden können und dass die GSU angeschlossen werden kann.

Der Mechanik liegen vorgefertigte Kabelbäume bei für die Verbindung der ECU mit der Turbine und der LED/Anschlussplatine:

- Ein Kabelbaum (ca. 50 cm lang) verbindet die ECU mit den Absperrventilen für Gas und Kraftstoff sowie mit der Kraftstoffpumpe. Diese Anschlüsse sind auf der Seite der Mechanik in einer Interfacebox oberhalb der Pumpe- und Ventilplattform zusammengefasst und enden in einem Mehrfachstecker, am anderen Ende befinden sich die Anschlüsse an beiden Seiten der ECU und sind entsprechend beschriftet. Hier muss besonders auf polrichtigen Anschluss der einzelnen Stecker geachtet werden, doch verbleiben diese Steckverbindungen auch bei einem Ausbau der Mechanik gesteckt; die Trennung erfolgt durch Ziehen des (roten) Mehrfachsteckers aus der Interfacebox.
- Ein dreiadriges Kabel (ca. 30 cm lang) mit (grünen) Mehrfachsteckern verbindet die ECU mit den Anschlüssen für Glühkerze und Anlassermotor an der unteren Interfacebox.
- Ein schwarzes Kabel mit RJ45 - („Western-“) Steckern (ca. 30 cm lang) verbindet die ECU mit den Drehzahl- und Temperatursensoren über eine Steckverbindung in der unteren Interfacebox.

- Ein gleichartiges Kabel verbindet die ECU mit der LED/Anschlussplatine

Das verbliebene, ca. 1m lange Kabel dient bedarfsweise zum Anschluss der GSU an die LED/Anschlussplatine.

6.7 Zusätzliche Massnahmen

Generell ist sorgfältig darauf zu achten, dass alle Teile, auch Kabel und Steckverbindungen, sicher fixiert werden und keinerlei lose Teile im Rumpf entstehen, welche die Turbine ansaugen kann.

Um zusätzliche Sicherheit zu erreichen gegen das Ausbrechen von Feuer im Rumpfinnern bzw. um selbst in diesem Falle die Kontrolle über das Modell aufrecht zu erhalten und den Schaden zu begrenzen, können weitere Vorkehrungen getroffen werden:

- Die gasführenden Schlauchleitungen kann man mit Silikon-Spiralschlauch umkleiden, den man selbst aus entsprechenden Kraftstoff- oder Abgasschläuchen schneidet. Damit kann man verhindern, dass schon eine kurzzeitig auftretende Flamme den Schlauch durchbrennt und das Gas entzündet.
- Alle Kabel werden, soweit eben möglich, am Boden des Rumpfes verlegt und zusätzlich mit Silikonspiralschlauch gegen Entflammen geschützt.
- Alle **wichtigen** Servokabel (Taumelscheibe) werden zu Kabelbäumen zusammengefasst und ebenfalls mit Silikonspiralschlauch gegen Entflammen geschützt.
- Alle **unwichtigen** Servokabel (Fahrwerk, Beleuchtung etc.) werden zu Kabelbäumen zusammengefasst, mit Silikonspiralschlauch gegen Entflammen geschützt und zusätzlich in der Stromversorgung über eine Sicherung (ca. 3...6A) geführt. Dann kann selbst ein Kurzschluss nach einem Kabelbrand nicht die gesamte Empfangsanlage ausser Betrieb setzen.
- Vor allem im Sommer darauf achten, dass sich keine entzündlichen Gase im Rumpfinnern bilden, wenn das Modell nicht benutzt wird. Regelmässig für eine Durchlüftung des Rumpfes zu sorgen.
- Das Flüssiggassystem regelmässig auf Dichtigkeit prüfen (auch nach mehreren Tagen darf eine Gasfüllung nicht aus dem Gastank entwichen sein).
- Das Gas-Einfüllventil gelegentlich mit etwas Silikonöl schmieren, die Gummidichtung versprödet leicht bei Kontakt mit Flüssiggas und wird dann undicht. Die Anordnung des Ventils nach aussen wählen, damit sich auch bei undichtem Füllventil kein Gas im Rumpfinnern sammeln kann (das verwendete Gas ist schwerer als Luft).

7. Hauptrotorblätter

Der Hauptrotorkopf ist konstruktiv gelenklos ausgeführt, d.h. er besitzt keine Schlaggelenke, so dass die auftretenden Schlagbewegungen der Hauptrotorblätter von den Blättern selbst aufgenommen werden, in dem sie sich entsprechend durchbiegen. Die für diese Mechanik vorgesehenen Rotorblätter sind daher biegeelastisch, gleichzeitig jedoch sehr torsionssteif, was für einen einwandfreien Lauf erforderlich ist.

Je nach Hubschraubertyp treffen die heissen Turbinenabgase mehr oder weniger den Hauptrotor, was bei laufendem Rotor keine Probleme verursacht, selbst wenn die Abgase, wie z.B. beim NH 90, direkt nach oben ausgeblasen werden. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass sich bei stehendem Rotor kein Rotorblatt über dem Abgasaustritt befindet, weil es dann durch die Hitze beschädigt werden kann. Dies gilt insbesondere beim Anlassen der Turbine, aber auch bei Zwischenstopps, beispielsweise zum Einstellen des Blattspurlaufes. Beim Abstellen der Turbine nach dem Flug sollte sie daher ausgeschaltet werden, bevor der Hauptrotor zum Stehen gekommen ist.

Bei Verwendung anderer als der empfohlenen Rotorblätter muss sicher gestellt sein, dass sie das gleiche Biegeverhalten und die gleiche Torsionssteifigkeit besitzen, andernfalls drohen erhebliche Gefahren durch Überlastung und Bruch von Teilen des Rotorkopfes. Keinesfalls dürfen Haupt- oder Heckrotorblätter aus Metall verwendet werden.

8. Einbau der Mechanik in den Rumpf

Die Mechanik wird in einen separat lieferbaren Rumpf eingebaut, was gemäss der dem Rumpf beiliegenden Anleitung erfolgen muss.

9. Einstellarbeiten

9.1 Taumelscheibenanlenkung

Zunächst muss die Ansteuerung der Taumelscheibe über die vier Servos wie folgt justiert werden:

- Zunächst die Servos bei Mittelstellung des Pitchsteuerknüppels in Mittelstellung bringen durch entsprechendes Montieren des Abtriebshebels und Feineinstellung mittels Servo-Mitteneinstellung am Sender.
- In Mittelstellung der Servos steht bei den Roll/Pitchservos der Abtriebshebel genau senkrecht, und die Hebelarme der Umlenkhebel mit den zur Taumelscheibe führenden Gestängen stehen genau waagrecht, ebenso die Abtriebshebel der Nick/Pitchservos. In dieser Servoposition muss die Taumelscheibe genau horizontal stehen, was mit den vier senkrechten Steuergestängen eingestellt werden muss. Zum Justieren zunächst ein Gestänge an der Taumelscheibe aushängen und die Taumelscheibe mit den verbliebenen drei Gestängen waagrecht einstellen. Dann die Länge des vierten, ausgehängten Gestänges so einstellen, dass es, ohne Kraft auf das Servo auszuüben, wieder an der Taumelscheibe eingehängt werden kann.
- Servolaufrichtung und Funktionsrichtung der Komponenten im Taumelscheibenmischer (Nick, Roll, Pitch) müssen seitenrichtig eingestellt sein; auch für diesen Einstellvorgang wird zweckmässigerweise vorübergehend eins der zur Taumelscheibe führenden Gestänge ausgehängt:
Bei Pitchvergrösserung müssen sich alle Gestänge nach oben bewegen und so die Taumelscheibe axial verschieben. Ist das bei einzelnen Servos nicht der Fall, so ist hier die **Servolaufrichtung** umzukehren.
Bei Nicksteuerung nach vorn muss die Taumelscheibe nach vorn geneigt werden; neigt sie sich statt dessen nach hinten, so muss die **Nickfunktion im Taumelscheibenmischer** umgekehrt werden.
Bei Rollsteuerung nach rechts muss die Taumelscheibe nach rechts kippen; kippt sie statt dessen nach links, so muss die **Rollfunktion im Taumelscheibenmischer** umgekehrt werden.

9.2 Einstellen der zyklischen Steuerung

Die Grundeinstellung von Roll- und Nicksteuerung sollte bereits korrekt sein, wenn die Gestänge gemäss Anleitung montiert wurden. Da die Einhängepunkte der Gestänge an den Servohebeln vorgegeben sind, werden die Einstellungen der Servowege später über die elektronischen Einstelloptionen am Sender vorgenommen. Dabei darauf achten, dass der Servoweg nicht zu gross eingestellt wird und auch bei Endstellung des Steuerknüppels für Roll- und Nicksteuerung die Taumelscheibe nicht an der Hauptrotorwelle anschlägt, wodurch sie durch die Pitchsteuerung nicht mehr leichtgängig axial bewegt werden könnte.

9.3 Hauptrotor-Pitcheinstellung

Die Pitcheinstellwerte werden mit einer Einstellwinkellehre (Sonderzubehör, nicht im Bausatz enthalten) gemessen. Die folgende Tabelle enthält Anhaltswerte; die tatsächlich erforderlichen Werte hängen von den verwendeten Rotorblättern und vom Modell ab.

	Minimum	Schwebeflug	Maximum
Schwebeflug (Hover)	+1 °	9...10 °	18 °
Marschflug (Cruise)	+1 °	8...9 °	18 °
Autorotation	+1 °	10 °	18 °

Die Pitcheinstellungen werden am besten im Sender vorgenommen wie folgt:

1. Schwebeflug-Pitch messen und (mechanisch) korrekt einstellen
2. Pitch-Maximum und -Minimum messen und über die PitchkurvenEinstellung des Senders justieren.

9.4 Leistungssteuerung

Die Leistungssteuerung erfolgt automatisch durch den Drehzahlregler der Turbine; über den Sender wird lediglich die gewünschte Systemdrehzahl vorgewählt in einem Bereich zwischen 1150 ... 1260 Upm. Alle Funktionen der Turbinensteuerung werden über einen einzigen Fernsteuerkanal bedient, der im einfachsten Fall mit einem Schieberegler betätigt wird:

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| • OFF | unterer Anschlag |
| • Standby | Mittelstellung |
| • Start | oberer Anschlag |
| • Leerlauf | wiederum Mittelstellung |
| • Solldrehzahl | Mittelstellung ... oberer Anschlag |
| • Auto-OFF | unterer Anschlag |

Die Programmiermöglichkeiten moderner Fernsteuersysteme, wie z.B. mc-22 oder mc-24 gestatten darüber hinaus eine wesentlich komfortablere Bedienung der Turbinensteuerung:

- Mit dem Gaslimiter wird von OFF auf STANDBY geschaltet.
- Mit einem separaten Schieberegler wird die Systemdrehzahl zwischen Leerlauf (unterer Anschlag) und flugphasenabhängiger Solldrehzahl (oberer Anschlag) eingestellt.
- Der Turbinenstart wird mit einem separaten Momenttaster ausgelöst.
- Das Abstellen und Nachkühlen der Turbine erfolgt durch Aktivieren des Gaslimiters.

Diese Konfiguration wird beispielsweise beim Sender mc-24 folgendermassen programmiert:

1. Im Helimischer die Endpunkte der Gaskurve mit CLEAR auf „0“ setzen, so dass sich eine horizontale Gerade durch den 0-Punkt ergibt.
2. Im Menü „Knüppeleinstellung“ die Trimmung des Gas/Pitchsteuerknüppels ausschalten
3. Im Menü „Gebereinstellung“ das Bedienungselement für den Gaslimiter zuordnen (Schieberegler oder Schalter).
4. Im Menü „Gebereinstellung“ den Schieberegler für die Drehzahleinstellung auf „Gas (K6)“ zuordnen, den Weg auf +50% symmetrisch reduzieren, den Mittelpunkt auf +50% nach oben verschieben und 5 Sekunden Laufzeit in beide Richtungen einstellen.
5. Einen freien, linearen Mischer programmieren, der mit dem (Start-) Momenttaster bedient wird: „S -> 6“, Mixanteil asymmetrisch Taster gedrückt: -100%, Taster in Ruhelage: 0%.

Wenn eine flugphasenabhängige, unterschiedliche Systemdrehzahl gewünscht wird, kann diese in jeder Flugphase über die Gebereinstellung (Gas (6) - Weg - asymmetrisch obere Schieberstellung) eingestellt werden.

9.5 Weitere Einstellungen

1. Servolaufrichtungen

Den Drehsinn der übrigen Servos entsprechend den Angaben in der Anleitung einstellen.

2. Dual-Rate

Für Roll-, Nick- und Heckrotorsteuerung können umschaltbare Ausschlaggrößen eingestellt werden. Als Grundeinstellung hierfür wird die Umschaltung jeweils von 100% auf 75% empfohlen.

3. Exponentialfunktion

In der Grundeinstellung auf linearer Steuerkennlinie belassen.

4. Servoweg-Mittenverstellung

Keine Einstellungen zu diesem Zeitpunkt vornehmen. Kleinere Korrekturen können damit später durchgeführt werden.

5. Servoweg-Einstellung

Hiermit können die maximalen Servowege eingestellt werden, wobei darauf zu achten ist, dass die Einstellungen nach beiden Richtungen auf die gleichen Werte eingestellt werden; andernfalls ergibt sich eine unerwünschte Differenzierung der Ausschläge:
Bei den Taumelscheibenservos (Pitchfunktion) sollte darauf geachtet werden, dass die Ein-

stellung des Servoweges symmetrisch mit gleichen Werten für beide Richtungen erfolgt. Die Pitchfunktion der Taumelscheibenservos sollte einen Blatteinstellwinkelbereich von $+1^\circ$ bis $+18^\circ$ ansteuern, ebenfalls bei symmetrischen Ausschlägen.

Bei der jetzt durchgeführten Grundeinstellung ergibt sich für die Mittelstellung des Pitchsteuerknüppels (Schwebeflugpunkt) ein Pitchwert von ca. $9,5^\circ$.

Hinweis: Die Pitchkurve wird später entsprechend den praktischen Anforderungen eingestellt. Wenn jedoch schon in der Grundeinstellung differenzierte Ausschläge eingestellt werden, erschwert das diese späteren Abstimmungen!

6. Statischer Drehmomentausgleich

Zum Ausgleich der Drehmomentänderungen bei Betätigung der Pitchsteuerung wird das Heckrotorservo über einen Mischer im Sender mit der Pitchfunktion gekoppelt. Der Mischanteil kann bei den meisten Sendern für Steig- und Sinkflug separat eingestellt werden. Empfohlenen Werte für die Grundeinstellung: Steigflug: 35%, Sinkflug: 15%

7. Kreiseleinstellung

Kreiselssysteme dämpfen unerwünschte Drehungen um die senkrechte (Hoch-) Achse des Hubschraubers, indem sie diese selbständig erkennen und entsprechend in die Heckrotorsteuerung eingreifen. Dazu wird die Kreiselelektronik zwischen Heckrotorservo und Empfänger geschaltet; manche Kreiselssysteme gestatten zudem ein Einstellen oder Umschalten von zwei Werten der Kreiselwirkung vom Sender aus über einen zusätzlichen Kanal. Dieser Kanal wird, je nach verwendetem Kreiselssystem, über einen Proportionalgeber (Schiebe- oder Drehregler) oder einen Schalter betätigt.

Darauf achten, dass die Wirkungsrichtung des Kreisels korrekt ist, er also auf eine Bewegung des Heckauslegers mit einem Heckrotor-Steuer ausschlag in die entgegengesetzte Richtung reagiert. Ist das nicht der Fall, so wird jede Drehung des Modells durch den Kreisel noch verstärkt! Zur Einstellung der Wirkungsrichtung ist bei den meisten Kreiselssystemen ein Umschalter vorhanden, der in die entsprechende Stellung gebracht werden muss; manche Systeme besitzen keinen derartigen Schalter, sie sind ggf. auf dem Kopf stehend zu montieren.

Bei allen Kreiselssystemen kann die optimale Einstellung erst im Flug ermittelt werden, da hierauf unterschiedliche Faktoren einwirken.

Ziel der Einstellung ist es, eine möglichst hohe Stabilisierung durch den Kreisel zu erreichen, ohne dass es durch eine zu hohe Einstellung der Kreiselwirkung zu einem Aufschwingen (Pendelbewegungen des Heckauslegers) des Modells kommt.

Besondere Hinweise für den Einsatz des Piezo-Kreisel-systems Graupner/JR „PIEZO 550“ in Verbindung mit einer Computer-Fernsteuerung (z.B. mc-12...mc-24)

1. Servoweg für den Heckrotorkanal im Sender auf $\pm 100\%$ einstellen
2. Eventuell vorhandenen Kreismixer („Gyro-Control“), der die Kreiselwirkung bei Betätigen der Heckrotorsteuerung reduziert, unbedingt dauerhaft deaktivieren.
3. Heckrotorgestänge am Heckrotorservo aushängen.
4. Heckrotorsteuerung am Sender betätigen: Ab ungefähr $2/3$ des Steuerweges muss das Servo beidseitig stehen bleiben, auch wenn der Steuerknüppel weiter bewegt wird (Begrenzereinsatz).
5. Heckrotor-Steuer gestänge so am Servo einhängen, dass der mechanische Endanschlag des Heckrotors beidseitig mit dem Begrenzereinsatz übereinstimmt (Servo darf gerade nicht durch die mechanische Endstellung blockiert werden).
Diese Einstellung unbedingt mechanisch, also durch Ändern des Einhängepunktes und Verändern der Gestängelänge vornehmen, nicht elektronisch mit den Einstelloptionen im Sender!!!
6. Schwebeflugposition des Heckrotors bei Mittelstellung des Pitch-Steuerknüppels jetzt ggf. korrigieren über die Servoweg-Mittenverstellung im Sender
7. Die Kreiselwirkung wird ausschliesslich über den Zusatzkanal mit einem Proportionalgeber eingestellt zwischen „0“ und maximaler Wirkung; bei Bedarf kann die Maximalwirkung über die Wegeinstellung des Zusatzkanals bzw. die Geberanpassung reduziert werden, um einen feinfühligsten Einstellbereich für die Kreiselwirkung zu erhalten.
8. Falls die Heckrotorsteuerung „weicher“ eingestellt werden soll, dieses ausschliesslich über die Exponential-Steuerfunktion vornehmen, keinesfalls den Servoweg ($\pm 100\%$) wieder reduzieren!

10. Endkontrolle vor dem Erstflug

Wenn der Zusammenbau des Modells abgeschlossen ist, sollten die folgenden Überprüfungen vor dem Erstflug durchgeführt werden:

- Gehen Sie dieses Handbuch noch einmal durch und stellen Sie sicher, dass alle Aufbauschritte korrekt durchgeführt wurden.
- Stellen Sie sicher, dass alle Schrauben in den Kugelgelenken und den Lagerböcken nach Einstellen des Getriebe-Zahnflankenspiels richtig festgezogen sind.
- Können sich alle Servos frei bewegen, ohne mechanisch anzulaufen? Stimmen alle Drehrichtungen? Sind die Befestigungsschrauben der Servo-Steuerhebel festgezogen?
- Überprüfen Sie die Wirkungsrichtung des Kreiselsystems
- Stellen Sie sicher, dass Sender- und Empfängerakkus voll geladen sind. Zur Kontrolle des Empfängerakkus ist der Einsatz eines Spannungsüberwachungsmoduls (z.B. Best.-Nr. 3138) empfehlenswert.

Erst wenn alles, wie oben beschrieben, überprüft wurde, kann das Triebwerk angelassen und der erste Start durchgeführt werden.

Bedenken Sie, dass das Laufverhalten der Turbine in gewissem Masse abhängig ist von der Höhe über dem Meeresspiegel und von den Witterungsbedingungen.

Wartung

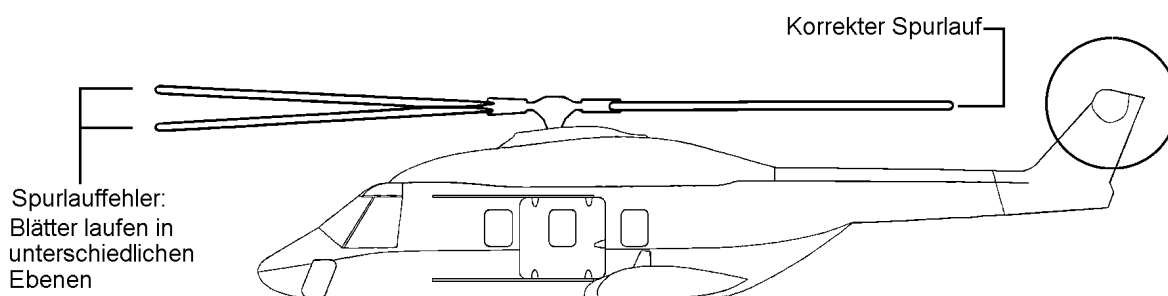
Hubschrauber, ob gross oder klein, stellen hohe Ansprüche an die Wartung. Auftretende Vibrationen schnellstmöglich beseitigen oder verringern! Rotierende Teile, wichtige Schraubverbindungen, Gestänge, Anlenkungspunkte sind vor jedem Flug zu überprüfen. Falls Reparaturen erforderlich werden, sind nur Originalersatzteile zu verwenden. Beschädigte Rotorblätter keinesfalls reparieren, sondern durch neue ersetzen.

11. Einstellungen beim Erstflug

11.1 Spurlaufeinstellung

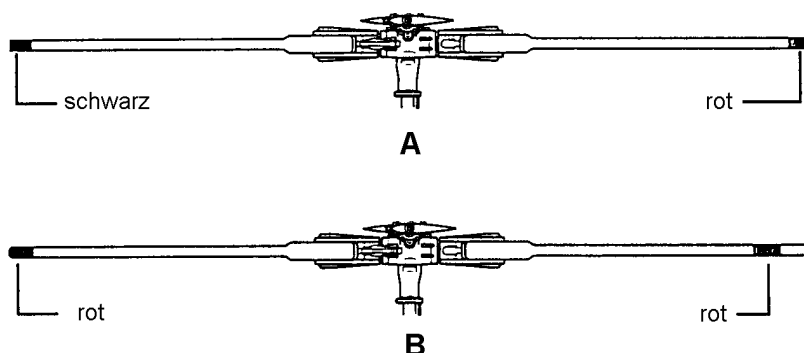
„Spurlaufeinstellung“ beschreibt einen Einstellvorgang, bei dem die Einstellwinkel der Hauptrotorblätter auf genau die gleichen Werte gebracht werden, so dass die Blätter im Betrieb exakt in der selben Ebene laufen.

Ein nicht korrekter Spurlauf, bei dem die Blätter in unterschiedlichen Ebenen laufen, hat starke Vibrationen des Modells im Fluge zur Folge.



Bei der Spurlaufeinstellung mindestens 5 Meter Sicherheitsabstand zum Modell halten!

Bei der Spurlaufeinstellung muss erkannt werden, welches Blatt höher und welches tiefer läuft. Dazu werden die Blätter mit farbigem Klebeband markiert:



Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten. Abb.“A“ zeigt die Verwendung von unterschiedlichen Farben an den beiden Blättern; in Abb.“B“ wird die gleiche Farbe verwendet, doch wird das Klebeband in unterschiedlichem Abstand vom Blattende angebracht.

Vorgehensweise bei der Spurlaufeinstellung

1. Wenn der Hubschrauber kurz vor dem Abheben ist, genau seitlich in die Rotorebene sehen
2. Wenn die Rotorblätter in der selben Ebene laufen, ist keine Einstellung erforderlich; wenn jedoch ein Blatt höher als das andere läuft, muss die Einstellung korrigiert werden.
3. Die Einstellung erfolgt durch Verdrehen der Kugelgelenke an beiden Enden der Gestänge zwischen Taumelscheibe und Mischhebeln (4618.150): Gelenke herausdrehen, um das Blatt höher laufen zu lassen, hineindrehen, um es tiefer einzustellen.

Wenn die Verstellung der Gestänge bei laufender Turbine durchgeführt wird unbedingt darauf achten, dass sich bei stehendem Rotor kein Rotorblatt über dem Abgasauslass befindet!

12. Allgemeine Vorsichtsmassnahmen

- Eine Haftpflichtversicherung abschliessen.
- Nach Möglichkeit Mitglied in einem Modellflugverein und -verband werden.

12.1 Auf dem Flugfeld:

- Mit Modellen keine Zuschauer überfliegen.
- Modelle nicht in der Nähe von Gebäuden oder Fahrzeugen betreiben.
- Mit Modellen keine Landarbeiter im Gelände überfliegen.
- Modelle nicht in der Nähe von Eisenbahnlinien, Hauptverkehrsstrassen oder Freileitungen betreiben.

12.2 Vor und während der Flüge:

- Vor Einschalten des Senders sicherstellen, dass nicht bereits ein anderer Modellflieger die selbe Frequenz benutzt.
- Reichweitentest mit der Fernsteuerung durchführen.
- Prüfen, ob Sender-, Empfänger- und Versorgungsakku der Turbine voll geladen sind.
- Stets Feuerlöscher (Co²) bereithalten.
- Bei laufendem Motor darauf achten, nicht mit der Kleidung am Gas-Steuerknüppel hängen zu bleiben.
- Modell nicht ausser Sichtweite geraten lassen.
- Auf ausreichende Kraftstoffreserve im Tank achten: Der Tank darf nicht leergeflogen werden.

12.3 Kontrollen nach dem Flugbetrieb

- Das Modell von Ölresten und Schmutz reinigen. Dabei auf festen Sitz aller Schrauben achten, ggf. nachziehen.
- Verschlissene und beschädigte Teile rechtzeitig ersetzen.
- Sicherstellen, dass die Elektronikkomponenten wie Akku, Empfänger, Kreisel usw. noch sicher befestigt sind (Befestigungsgummiringe altern und reissen dann!).
- Empfangsantenne überprüfen. Kabelbrüche im Inneren der Litze sind oft von aussen nicht direkt sichtbar!
- Nach Bodenberührung des laufenden Hauptrotors Rotorblätter austauschen, da Brüche im Inneren oft von aussen nicht erkennbar sind.

Bedienungsanleitung

Graupner/Jetcat Modellhelikopter- Turbine PHT-3

Warnungen und Sicherheitshinweise

Die Inbetriebnahme der JetCat PHT3 kann gefährlich sein. Ein Modell in Verbindung mit der Turbine JetCat PHT3 kann Temperaturen am Turbinen/Motorgehäuse von bis zu 500 °C (Celsius) und am Abgasstrahl bis zu 800 °C erreichen. Es handelt sich um eine richtige Turbine, die Know-how, Disziplin und regelmäßige Wartung erfordert, zu Ihrem eigenen und zum Schutz anderer Menschen. Wenn Sie ein Modell mit dieser Turbine versehen und betreiben, müssen Sie die erforderliche Sachkenntnis besitzen und die Inbetriebnahme des Modells mit Turbine sollte nur unter Aufsicht einer erfahrenen Person erfolgen, die Sie unterstützen kann, so dass Fehler vermieden werden. Wenn Sie vor Ort einen Verein oder Club haben, bei dem Training und Unterstützung möglich ist, schlagen wir vor, dass Sie diesem beitreten. Fehler und Mängel beim Bau oder bei der Inbetriebnahme eines Modells mit Turbine können zu Personenschäden oder gar zum Tod führen.

ACHTUNG!

Bevor Sie ein Flugmodell mit dieser Turbine in Betrieb nehmen, müssen Sie sich über die gesetzlichen Bestimmungen informieren. Rechtlich gesehen ist ein Flugmodell ein Luftfahrzeug und unterliegt entsprechenden Gesetzen, die unbedingt eingehalten werden müssen. Die Broschüre „Luftrecht für Modellflieger“ stellt eine Zusammenfassung der deutschen Gesetze dar; sie kann auch beim Fachhandel eingesehen werden. Bei Modellen mit Strahltriebwerken muss eine Aufstiegserlaubnis vorliegen und es besteht Versicherungspflicht. Ferner müssen fernmelderechtliche Auflagen die Fernlenkanlage betreffend beachtet werden. Die Bestimmungen der jeweiligen Länder sind entsprechend zu beachten.

WARNUNG!

Es liegt in Ihrer Verantwortung, andere vor Verletzungen zu schützen. Der Mindestbetriebsabstand von Wohngebieten, um die Sicherheit für Personen, Tiere und Gebäude zu gewährleisten, muss mindestens 1,5 km betragen. Halten Sie von Stromleitungen Abstand. Fliegen Sie das Modell nicht bei schlechtem Wetter mit niedriger Wolkendecke oder bei Nebel. Fliegen Sie nie gegen direktes Sonnenlicht; Sie könnten sonst den Sichtkontakt zum Modell verlieren. Um Zusammenstöße mit richtigen, bemannten oder unbemannten Flugzeugen zu vermeiden, landen Sie Ihr Modell sofort, wenn sich ein richtiges Flugzeug nähert. Personen oder Tiere müssen folgende Mindest-Sicherheitsabstände zur Turbine einhalten:

Vor der Turbine:	4,5 m
An der Seite der Turbine:	7,5 m
Hinter der Turbine:	4,5 m

WARNUNG!

Die Inbetriebnahme und der Betrieb des Modells und/oder der Turbine unter dem Einfluss von Alkohol, Drogen, Medikamenten, etc. ist absolut verboten. Der Betrieb darf nur bei bester körperlicher geistiger Verfassung und Konzentration erfolgen. Dies gilt sowohl für den Betreiber als auch für dessen Helfer.

WARNUNG!

Diese Turbine wurde ausschliesslich für den Modellflug entworfen und ist für keinen anderen Verwendungszweck geeignet. Auf keinen Fall für Personen oder Waren oder auf andere Weise verwenden, ausser ausschliesslich für den Modellflug, da eine andere Verwendung zu Personenschäden oder Tod führen kann.

WARNUNG!

Der Betrieb der Turbine darf nur unter genauer Befolgung der Anweisungen in der Anleitung erfolgen. Jegliche Abweichungen davon, die Verwendung von anderen Teilen oder Materialien und Änderungen im Aufbau wirken sich möglicherweise nachteilig auf die Funktionalität der Turbine aus und müssen daher unter allen Umständen vermieden werden.

WARNUNG.!

Vor dem Start eines Modells mit dieser Turbine müssen alle Steuerfunktionen sowie die Reichweite bei eingeschalteter Fernsteuerungsanlage mit eingeschobener Antenne überprüft werden. Dieser Betriebscheck muss mit laufendem Triebwerk wiederholt werden, wobei eine

andere Person das Modell festhält. Darüber hinaus sind die Hinweise der Fernsteuerungsanlage zu beachten.

AUSSCHLUSS VON HAFTUNG UND SCHÄDEN

Die Einhaltung der Montage- und Betriebsanleitung im Zusammenhang mit dem Modell und der Turbine sowie die Installation, der Betrieb, die Verwendung und Wartung der mit dem Modell zusammenhängenden Komponenten können vom Hersteller nicht überwacht werden. Daher übernimmt der Hersteller keinerlei Haftung für Verluste, Schäden oder Kosten, die sich aus dem fehlerhaften Betrieb, aus fehlerhaftem Verhalten bzw. in irgendeiner Weise mit dem vorgenannten zusammenhängend ergeben. Soweit vom Gesetzgeber nicht zwingend vorgeschrieben, ist die Verpflichtung des Herstellers zur Leistung von Schadensersatz, aus welchen Grund auch immer, ausgeschlossen (inkl. Personenschäden, Tod, Beschädigung von Gebäuden sowie auch Schäden durch Umsatz- oder Geschäftsverlust, durch Geschäftsunterbrechung oder andere indirekte oder direkte Folgeschäden), die von dem Einsatz des Modells und der Turbine herrühren.

Die Gesamthaftung ist unter allen Umständen und in jedem Fall beschränkt auf den Betrag, den Sie tatsächlich für dieses Modell bzw. die Turbine gezahlt haben.

Sie bestätigen, dass der Hersteller das Befolgen der Anweisungen in diesem Betriebshandbuch bzgl. Aufbau, Betrieb, Einsatz von Modell, Turbine und Einsatz der Fernsteuerung nicht überwachen und kontrollieren kann.

Von Seiten des Herstellers wurden weder Versprechen, Vertragsabsprachen, Garantien oder sonstige Vereinbarungen gegenüber Personen oder Firmen bezüglich der Funktionalität und der Inbetriebnahme des Modells und der Turbine gemacht.

Sie als Betreiber haben sich beim Erwerb dieses Modells bzw. der Turbine auf Ihre eigenen Fachkenntnisse und Ihr eigenes Urteilsvermögen verlassen.

DIE INBETRIEBNAHME UND DER BETRIEB DES MODELLS UND DER TURBINE ERFOLGT EINZIG UND ALLEIN AUF GEFAHR DES BETREIBERS.

Sicherheitshinweise

- Zur Vermeidung von Gehörschäden bei Betrieb der Turbine immer Gehörschutz tragen !
- Turbine nie in geschlossenen Räumen betreiben !
- Bei laufender Turbine niemals mit der Hand näher als 15 cm in den Bereich des Ansaugtrichters fassen. In diesem Bereich herrscht ein extremer Sog, welcher blitzschnell die Hand, Finger oder Gegenstände erfassen kann. Seien Sie sich dieser Gefahrenquelle stets bewusst !
- Nicht in den heissen Abgasstrahl hineinschauen, hineinfassen, oder sich darin bewegen.
- Stets darauf achten, dass sich in der Lafebene der Turbine keine Personen aufhalten (Gefahrenbereich !). D.h. immer darauf achten, dass sich Personen nur vor oder hinter der Turbine aufhalten, nicht jedoch seitlich davon !
- Feuerlöscher (CO₂) immer in Bereitschaft halten !!!
- Vor Inbetriebnahme alle nicht fixierten Teile im Bereich des Ansaugkanals entfernen, z.B. herumliegende Reinigungsstücher, Schrauben, Muttern, Kabel oder anderes Material.
- Vor der ersten Inbetriebnahme im Modell insbesondere sicherstellen, dass sich im Ansaugbereich keine losen Teile wie z.B. Bauabfälle, Schrauben oder Schleifstaub befinden. Nicht gesicherte Teile können die Turbine beschädigen.
- Während des Einbaus/Einpassen der Turbine in das Modell den Einlass- sowie Auslassstrichter mittels Paketklebeband o.ä. verschliessen, um so das versehentliche Eindringen von Abfällen/Staub oder anderen Gegenständen in die Turbine zu verhindern.
- Sicherstellen, dass dem Kraftstoff ca. 5% Schmieröl beigemischt ist.
Nur spezielle, nicht verkokende vollsynthetische Schmieröle verwenden.
Nicht geeignet ist Castrol TTS vollsynthetic Öl (z.T. nicht mit Kraftstoff kompatibel) !
- Vor dem Anlassen der Turbine sicherstellen, dass sich kein Kraftstoff in der Turbine befindet.

Wartung

Durch Staub/Ölablagerungen auf der Verdichtermutter kann es vorkommen, dass die Kupplung der Startereinheit durchrutscht oder nicht richtig greift. Sollte dies der Fall sein, so muss die Verdichtermutter entfettet/gereinigt werden (z.B. Pinsel mit Nitroverdünnung o.ä.). Die korrekte Funktion des Anlassers kann im „AUS“ Zustand der Turbine durch Drücken der „IGNITION“ Taste überprüft werden.

Das Wartungsintervall der Turbine liegt bei ca. 50 Stunden. Nach dieser Betriebszeit sollte die Turbine incl. Steuerelektronik zur Überprüfung ins Werk eingesandt werden. Die Gesamtlaufzeit der Turbine kann im „STATISTIC“ Menü abgelesen werden.

Abgasrohrsystem

Das verwendete Abgasrohr muss in jedem Fall einen freien Durchmesser von >70mm haben. Grössere Austrittsdurchmesser sind vorteilhaft, da sich der Restschub proportional zur Austrittsfläche verkleinert.

Im Falle eines Hosenrohres müssen die Durchmesser der beiden Einzelrohre ≥ 55 mm ausgeführt sein !

Grössere Austrittsdurchmesser sind vorteilhaft, da sich der Restschub proportional zur Austrittsfläche verkleinert.

Kleinere als die oben angegebenen Durchmesser führen zu einer höheren Abgastemperatur und damit zu geringerer möglicher Maximalleistung des Triebwerks !

Die Betriebskomponenten der Turbine

Die Turbine wird im Betrieb vollständig über eine Elektronik gesteuert, die sogenannte **ECU** (**Engine Control Unit**). Der Pilot hat also keinen direkten Zugriff auf die Turbine und ihre Nebenaggregate.

Die Steuerung der Turbine erfolgt, indem über den Steuerkanal vom Sender die „Wünsche“ des Piloten an die am Empfängerausgang angeschlossene ECU übermittelt werden und diese dann die Umsetzung in entsprechende Aktionen durchführt. Dazu werden bestimmte Betriebsparameter der Turbine erfasst, wie z.B. Abgastemperatur und Drehzahl, und die angeschlossenen Nebenaggregate gesteuert:

- Die Kraftstoffpumpe fördert den Kraftstoff aus den Tanks in die Turbine; die Pumpenspannung bestimmt die Fördermenge und damit auch die Turbinendrehzahl und -leistung.
- Das Kraftstoff-Absperrventil sperrt den Kraftstofffluss in die Turbine oder gibt ihn frei.
- Das Gas-Absperrventil regelt die Hilfsgaszufuhr beim Startvorgang.
- Die Glühkerze zündet das Hilfsgas im Brennraum.
- Der Anlassermotor beschleunigt die Turbine aus dem Stand, bis sie, unterstützt von der Verbrennung des Hilfsgases, eine ausreichende Drehzahl für den Kerosinbetrieb erreicht. Ausserdem wird der Anlassermotor zum Nachkühlen der Turbine nach dem Abstellen benutzt.
- Über den Drehzahlsensor wird die Turbinendrehzahl erfasst.
- Mit dem Temperatursensor wird die Abgastemperatur erfasst.

Im Speicher der ECU werden die Betriebsparameter abgelegt, welche teilweise werksseitig fest vorgegeben sind, teilweise auch vom Modellflieger selbst geändert werden können; ausserdem werden hier während des Betriebs Daten aufgezeichnet, die nach dem Flug ausgelesen und ausgewertet werden können.

Zum Auslesen und Einstellen der Parameter wird das Programmier- und Anzeigegerät (**GSU**, **Ground Support Unit**) mitgeliefert, das an einer im Modell eingebauten, von aussen zugänglichen LED-Platine angeschlossen werden kann; zusätzlich steht ein separat lieferbares PC-Interface zur Verfügung, mit dem weitere, detailliertere Flugdaten in einen angeschlossenen Computer zur Auswertung übertragen werden können.

Die ECU wird, ebenso wie die übrigen Komponenten der Turbinensteuerung, also Anlassmotor, Kraftstoffpumpe, Ventile für Gas und Kraftstoff, LED-Platine und eventuell angeschlossene GSU, von einem eigenen, 6-zelligen NC-Akku versorgt, der direkt an die ECU angeschlossen wird und keinen eigenen Schalter benötigt. Eine entsprechende Schaltung in der ECU sorgt dafür, dass die eigene Stromversorgung eingeschaltet wird, wenn man den Empfänger einschaltet, an den die ECU angeschlossen ist. Pro Flug (ca. 13 min., inkl. Start und Nachkühlen) werden ca. 400-550mAh Kapazität aus dem Akku entnommen. Der beiliegende schnellladefähige 1250mAh NiCad Akku muss daher nach spätestens zwei Flügen aufgeladen werden, es wird jedoch empfohlen, den Akku nach jedem Flug nachzuladen!

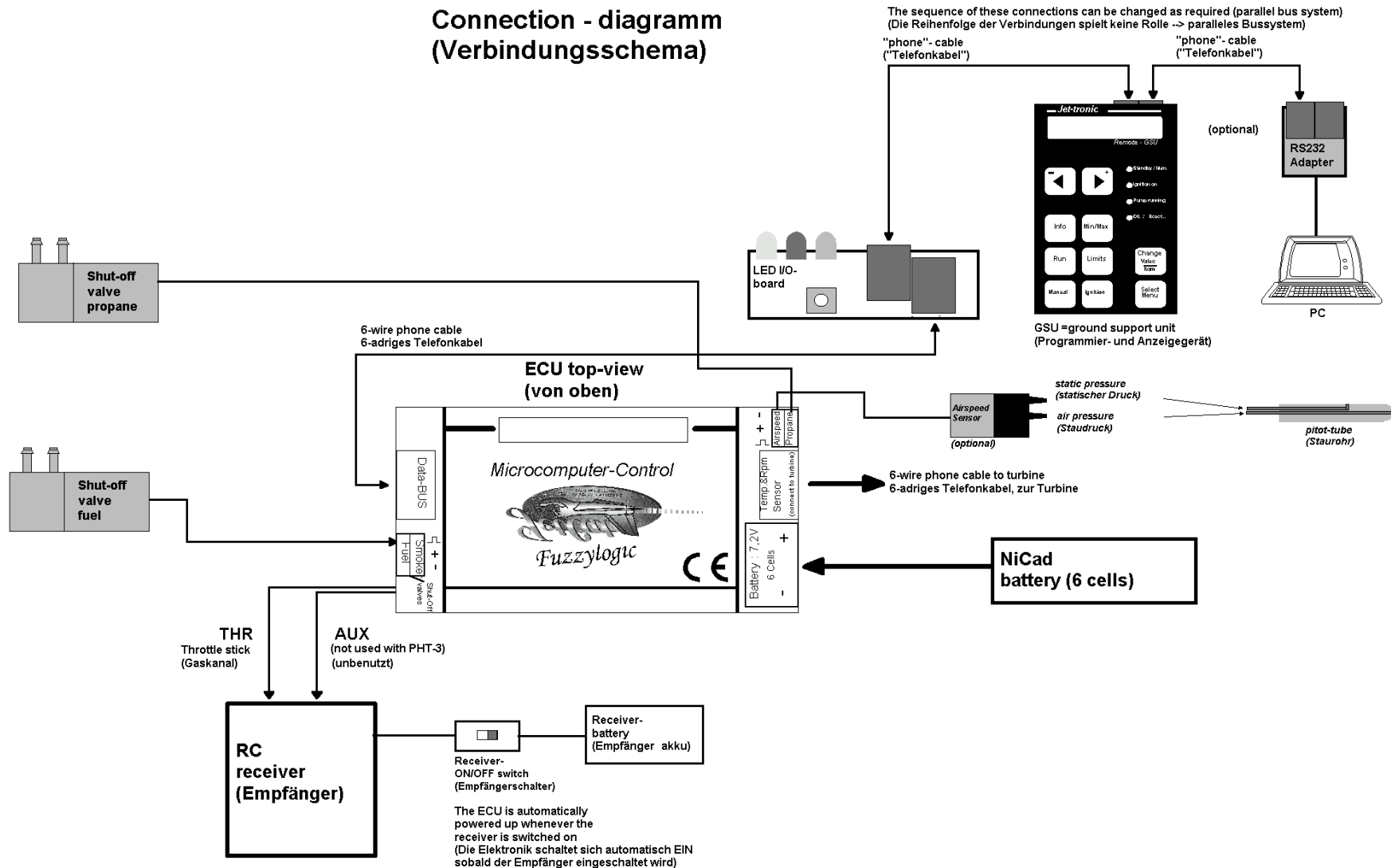
Zum Aufladen des Versorgungsakkus ist dieser von der Elektronik zu trennen, da viele der heute auf dem Markt verfügbaren Ladegeräte negative Impulse (zur Vermeidung von Gasblasenbildung im Akku) auf den Akku geben. Diese negativen Spannungspulse würden die Elektronik (ECU) zerstören.

Nur wenn Sie absolut sicher sind, dass dies bei Ihrem Ladegerät nicht der Fall ist, darf der Akku angesteckt bleiben und über ein V-Kabel geladen werden! Die Elektronik darf auf keinen Fall direkt (d.h. ohne angeschlossenen Akku) mit einem Ladegerät verbunden werden.

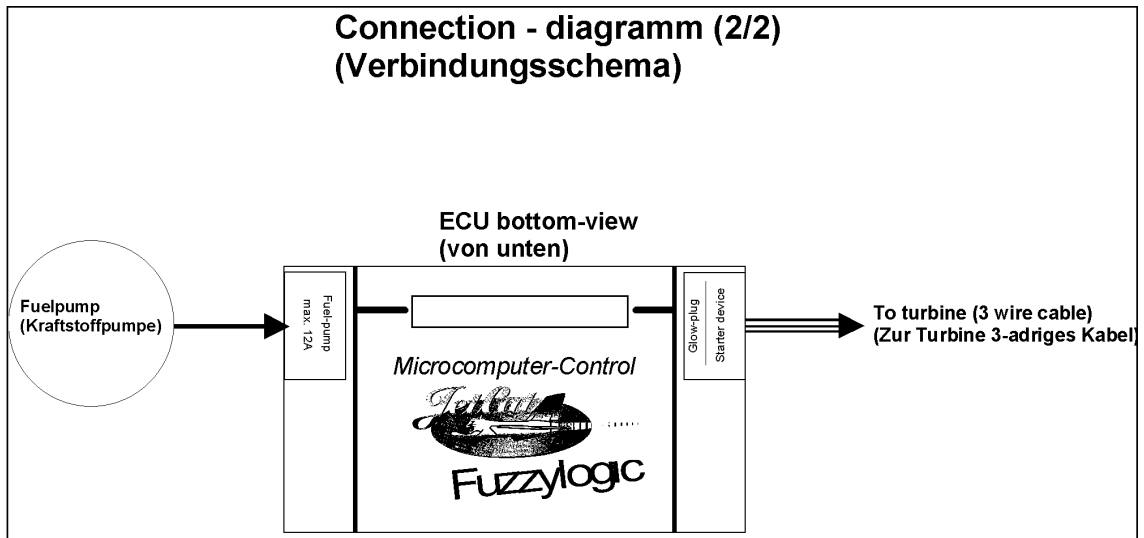
Eine Übersicht über die elektrische Zusammenschaltung der einzelnen Komponenten der Turbinensteuerung gibt das Schema auf der nächsten Seite.

Elektrisches Verbindungsschema

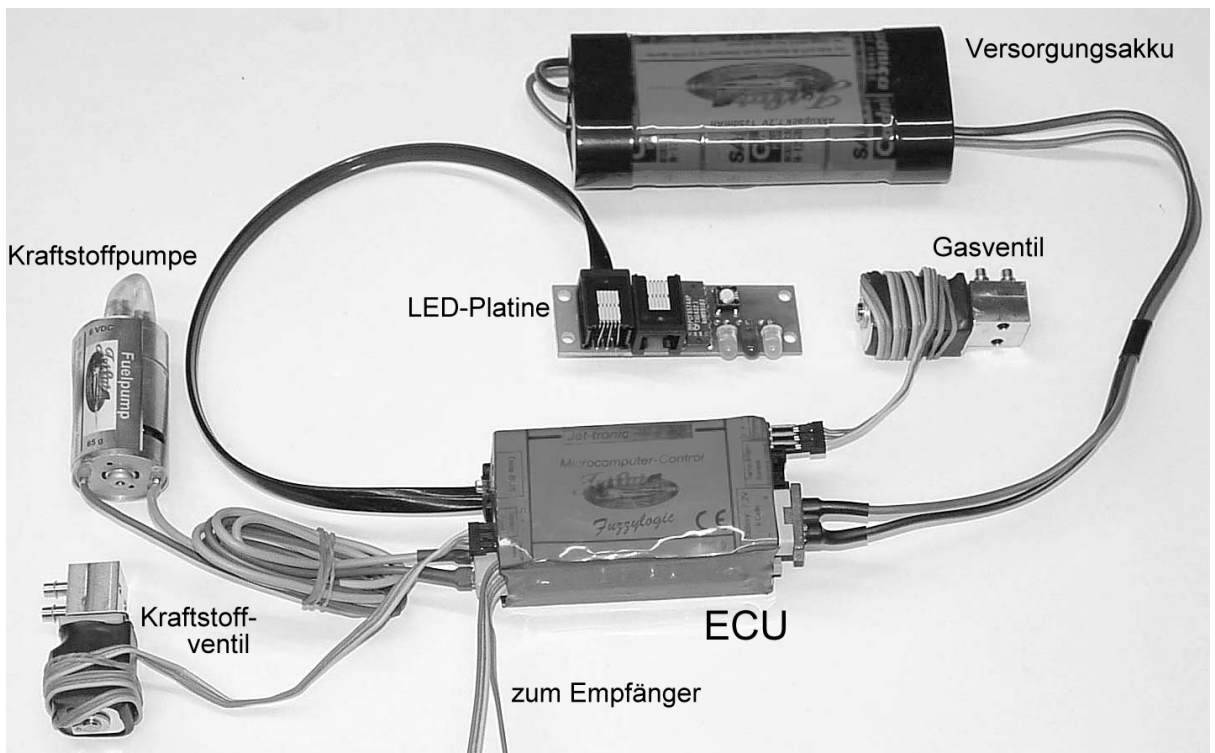
Connection - diagramm (Verbindungsschema)



Anschlussschema Kraftstoffpumpe und Starter/Glühkerze

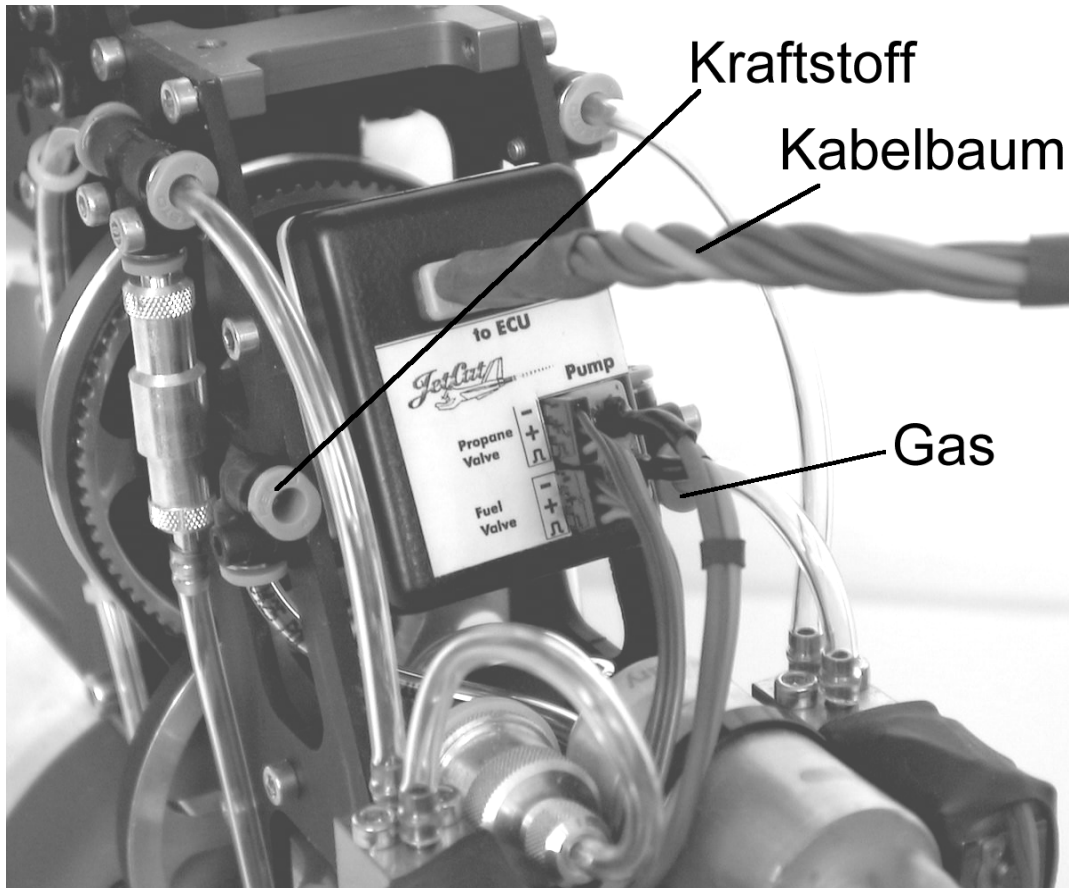


Übersicht Verbindung der Betriebskomponenten (allgemein)

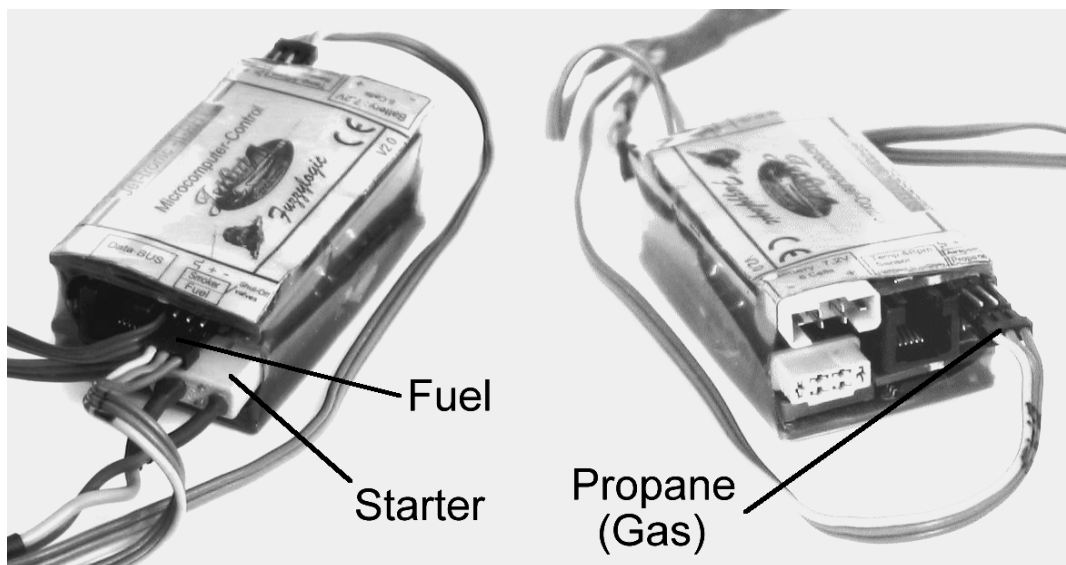


Kabelbaum und Interfacebox PHT-3

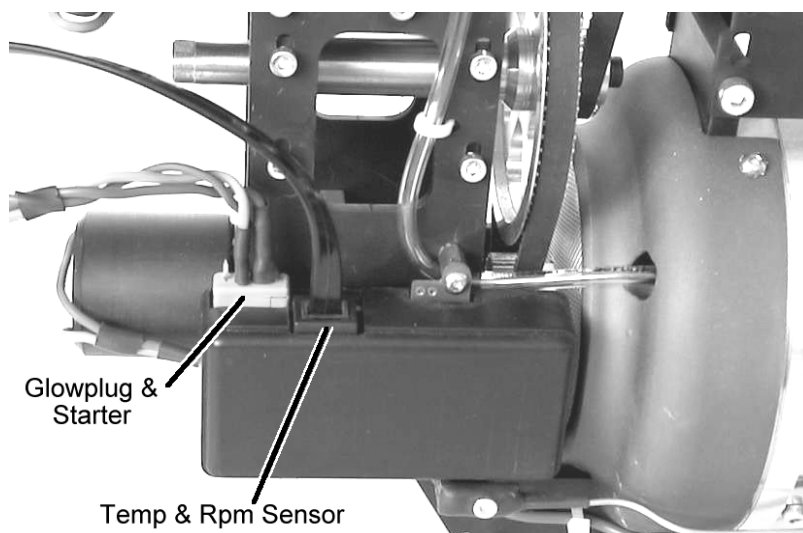
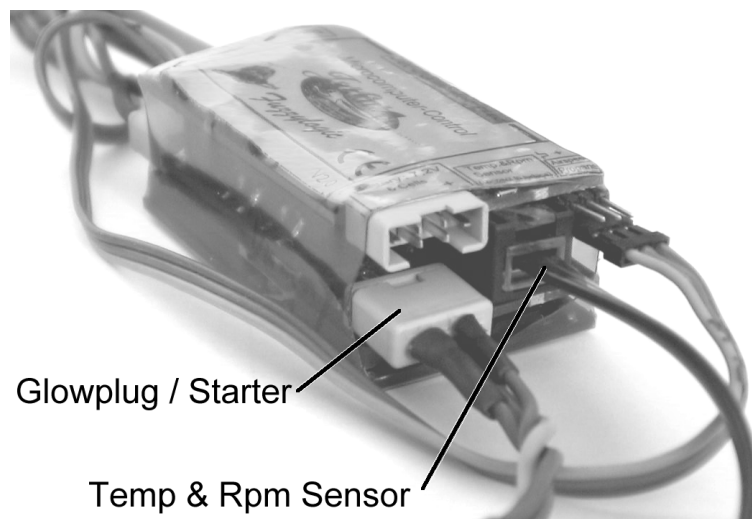
Im Gegensatz zum vorstehend abgebildeten Standard-Verbindungsschema wurden bei der Helikoptermechanik die Anschlüsse der Magnetventile für Kraftstoff und Hilfgas sowie der Kraftstoffpumpe zu einer Interfacebox vorn oben an der Mechanik geführt; von hier aus führt ein einziger Kabelbaum zur ECU, der über eine mehrpolige Steckverbindung mit der Interfacebox verbunden ist. Diese Steckverbindung ermöglicht ein einfaches Trennen der Mechanik von der im Rumpf eingebauten Steuerelektronik (ECU) beim Ausbau der Mechanik aus dem Rumpf zu Wartungsarbeiten.



Der Kabelbaum ist entsprechend den Abbildungen mit der ECU zu verbinden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Flachsteckverbindungen der Ventile jeweils auf die **unteren** Stiftkontakte aufgesteckt werden und richtig herum: (-) braun, (+) rot, (Impuls) orange.



Anschluss von Glühkerze/Starter und Sensoren



Kraftstoff / Kraftstoffversorgung

Als Kraftstoff kann Kerosin (Jet-A1) oder Petroleum verwendet werden, dem ca. 5% Öl beigemischt ist.

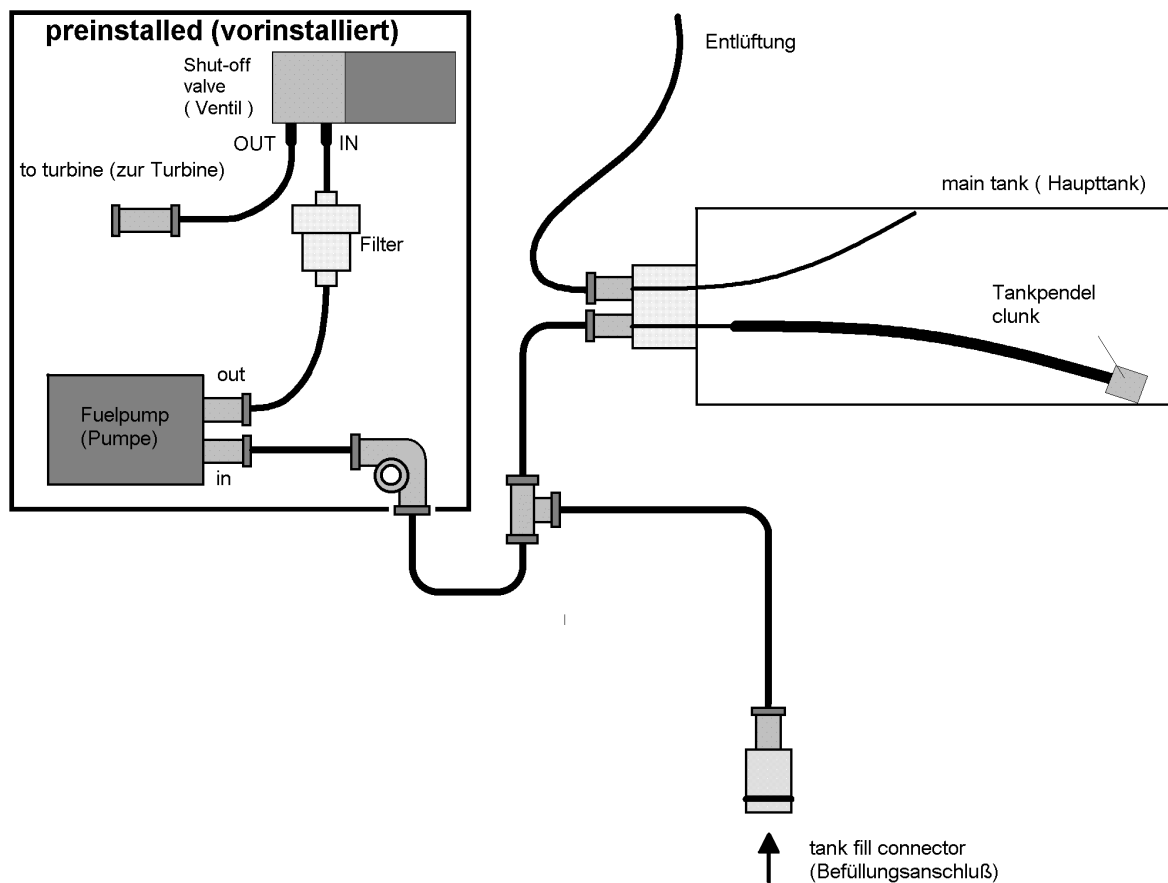
Faustformel:

1 Liter Öl auf 20 Liter Kraftstoff

Als Schmieröl kann spezielles Turbinenöl verwendet werden (z.B. Aeroshell 500 oder Exxon Turbine Oil)

Kraftstoffsystem Verbindungsdiagramm

Verbindungsschema A



Verbindungsschema B

Diese Version hat den Vorteil, dass eventuelle Undichtigkeiten im Befüllungssystem keinen Einfluss auf die Kraftstoffversorgung der Turbine haben. Nachteil: etwas aufwendigere Installation

Es wird generell empfohlen, die Schlauchlänge auf der Saugseite der Pumpe so gering wie möglich zu halten (Gefahr von starker Unterdruckbildung → Kavitationsblasenbildung). Auf der Druckseite der Pumpe ist die Schlauchlänge relativ unkritisch.

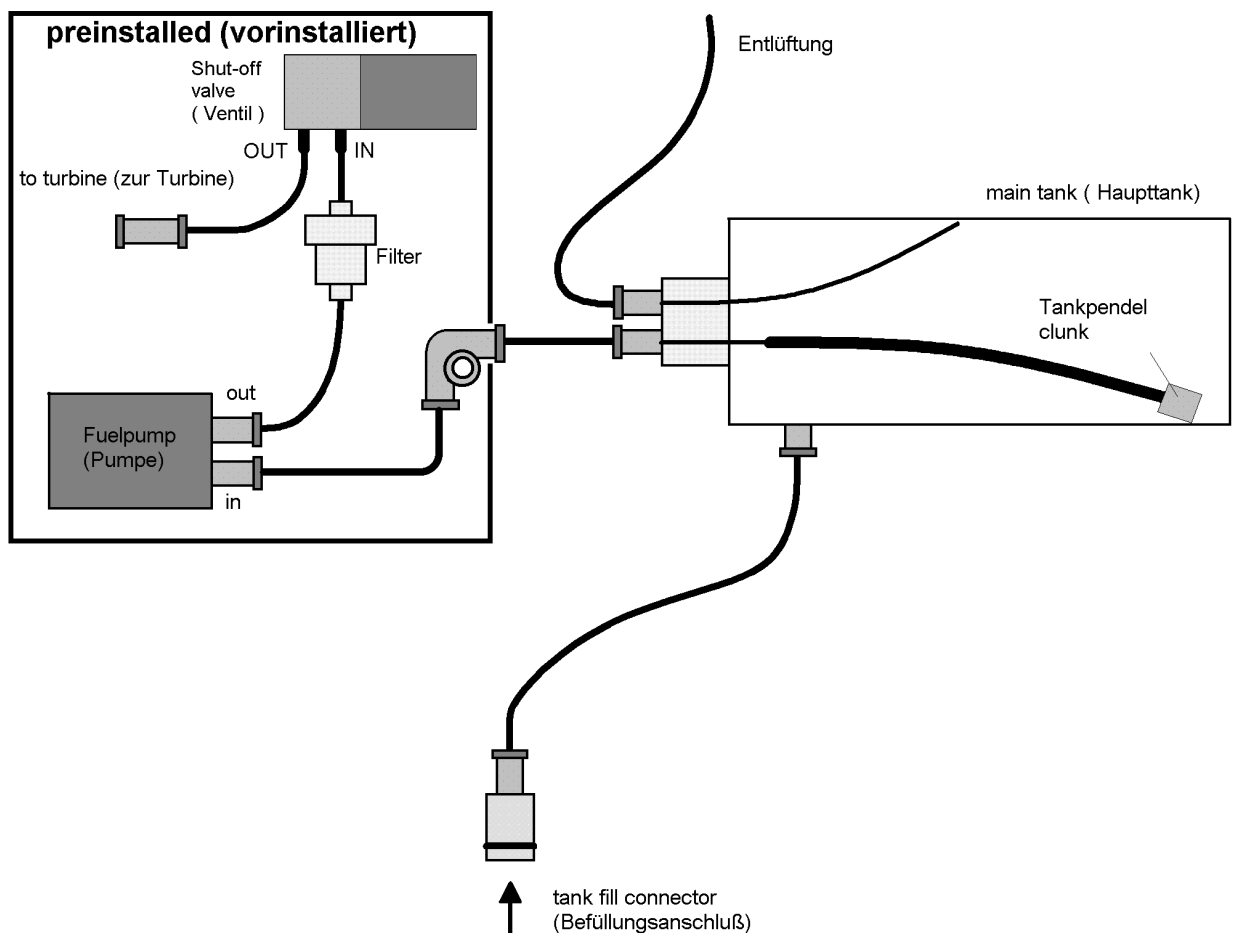


Wichtig:

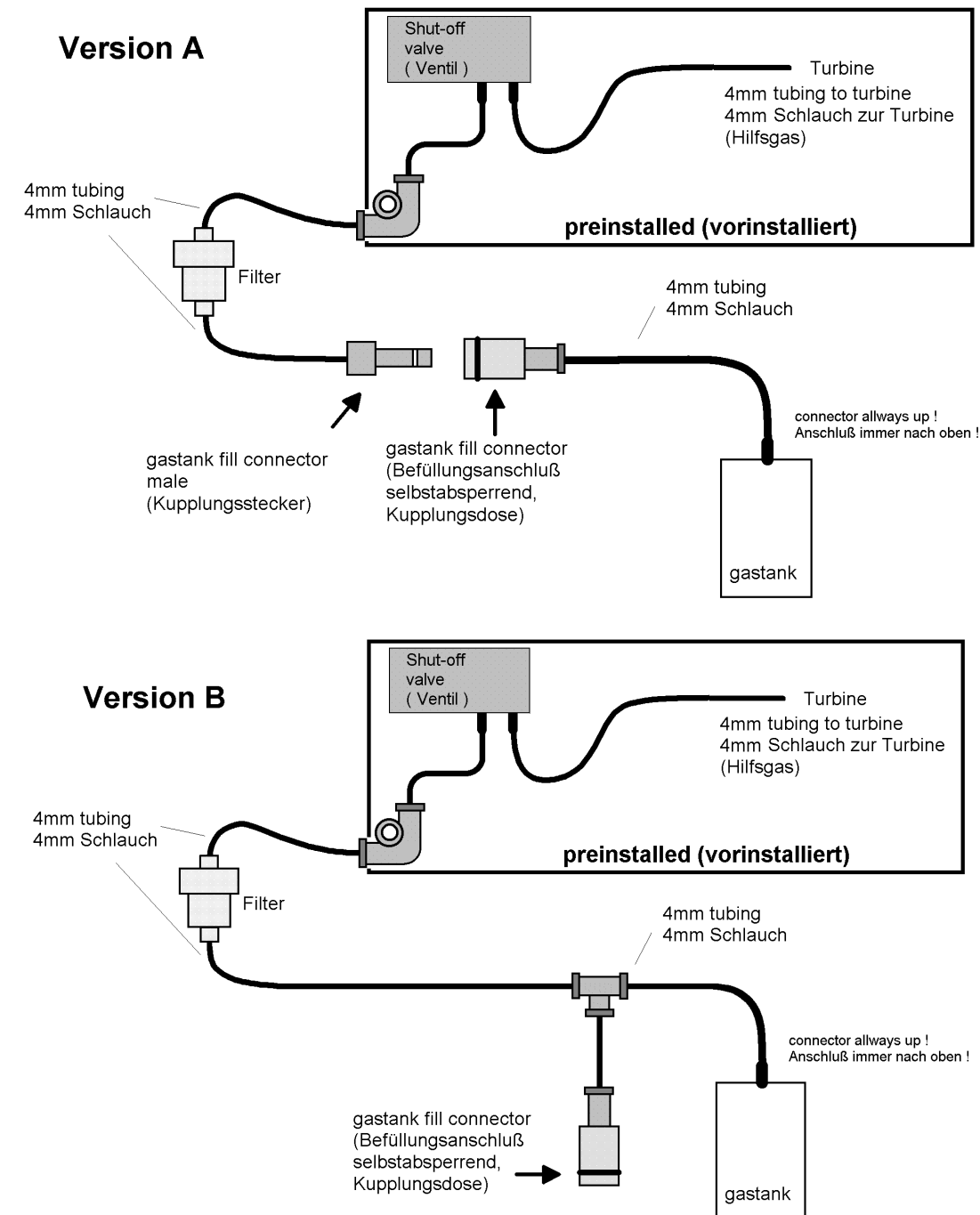
Die Anschlüsse am Kraftstoffabsperrenteil so anschliessen, wie in der Zeichnung angegeben, d.h. der Schlauch, der vom Kraftstofffilter kommend auf das Ventil gesteckt wird, muss in Richtung des schwarzen Schrumpfschlauch (am Ventil) zeigen !

Tip:

Die Anschlussschläuche lassen sich relativ leicht über die Anschlussnippel des Kraftstoffventils schieben, wenn man den Schlauch am Ende etwas anwärmt (mit Feuerzeug oder Föhn).



Anschlussschema Hilfsgas



Der Anschlussnippel des Gastanks soll nach oben zeigen (sonst fließt Flüssiggas in die Leitungen). Eine Entlüftung des Gasbehälters ist nicht notwendig, da sich dieser erfahrungsgemäss auch ohne Entlüftung zu ca. 2/3 füllt.

In den Gas-Befüllungsanschluss sollte bei jedem Füllvorgang etwas Silikonöl (o.ä.) gegeben werden, um die O-Ringe der Kupplungsdose sowie die Dichtringe im Gasventil zu schmieren (Propan/Butangas wirkt sehr stark entfettend).

Info: Beim Einschalten der Empfangsanlage öffnet das Gasventil kurzzeitig für ca. 0,2 s.

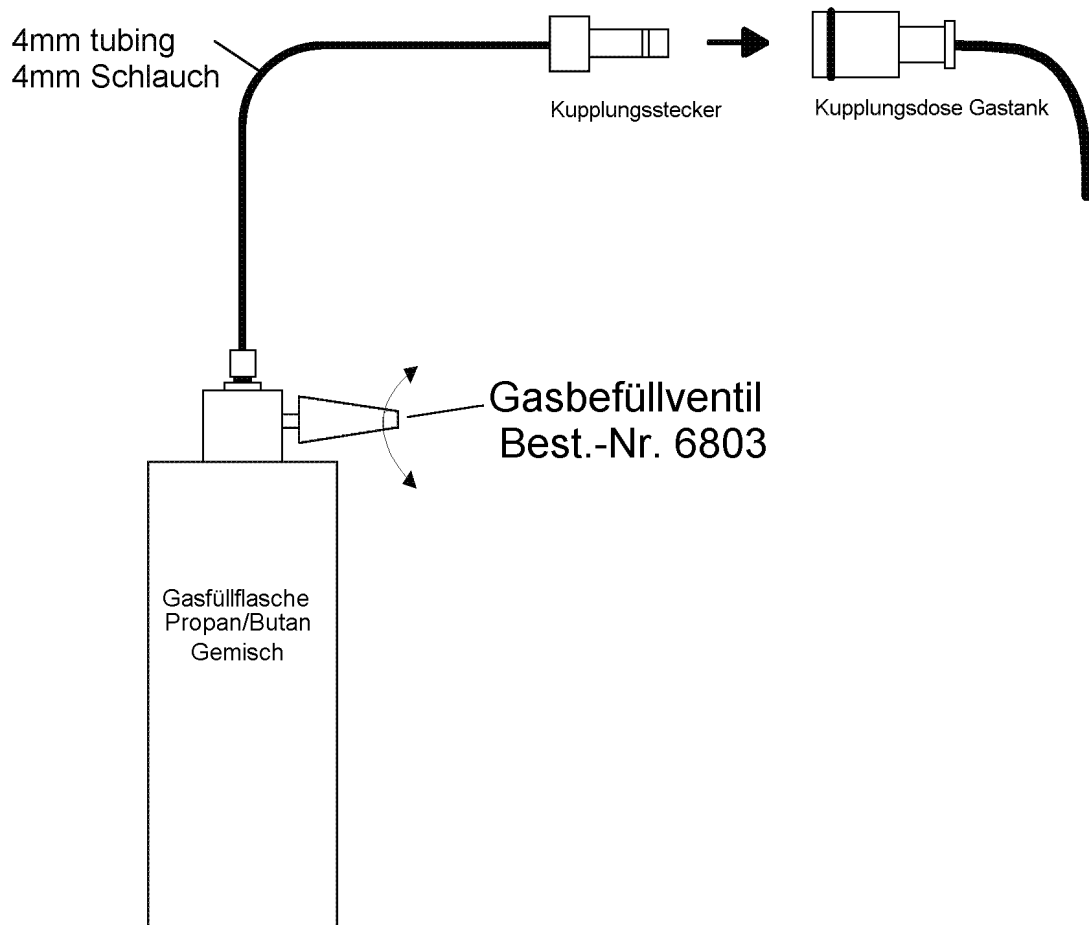


Wichtig: Die Anschlüsse am Gasventil so anschliessen wie in der Zeichnung angegeben, d.h. der Schlauch, der vom Gasfilter kommend auf das Ventil gesteckt wird, muss in Richtung des schwarzen Schrumpfschlauch (am Ventil) zeigen !

Tip: Die Anschlussschläuche lassen sich relativ leicht über die Anschlussnippel des Gasventil schieben, wenn man den Schlauch am Ende etwas anwärmt (Feuerzeug oder Fön).

Befüllen des Gastanks

Für den Turbinenstart wird handelsübliches Mischgas (40%Propan / 60%Butan) benötigt, wie es auch zum Hartlöten verwendet wird. Die Blechflasche, in der das Gas geliefert wird, versieht man mit dem Gasbefüllventil, Best.-Nr. 6803



Zum Befüllen des Gastanks wird die Gasfüllflasche über das Gasbefüllventil angesteckt anstelle des Kupplungssteckers, welcher in Richtung des Gasventils abgeht (Version A) oder an das separat montierte Füllventil (Version B).

Der Füllvorgang läuft dann wie folgt ab:

1. Kupplungsstecker der Gasfüllflasche in die selbstabsperrende Kupplungsdose einstecken.
2. Gasfüllflasche auf den Kopf stellen.
3. Ventil der Gasfüllflasche aufdrehen → Flüssiggas fließt in den Gastank.
4. Kurz bevor der Gasfluss zum Stillstand kommt, die Gasfüllflasche wieder zurück in die normale aufrechte Position bringen → das noch in den Schläuchen befindliche Flüssiggas wird hierdurch vollständig in den Gastank gedrückt.
5. Ventil der Gasflasche wieder zudrehen.
6. Gasfüllflasche durch lösen der Schnellkupplung trennen.

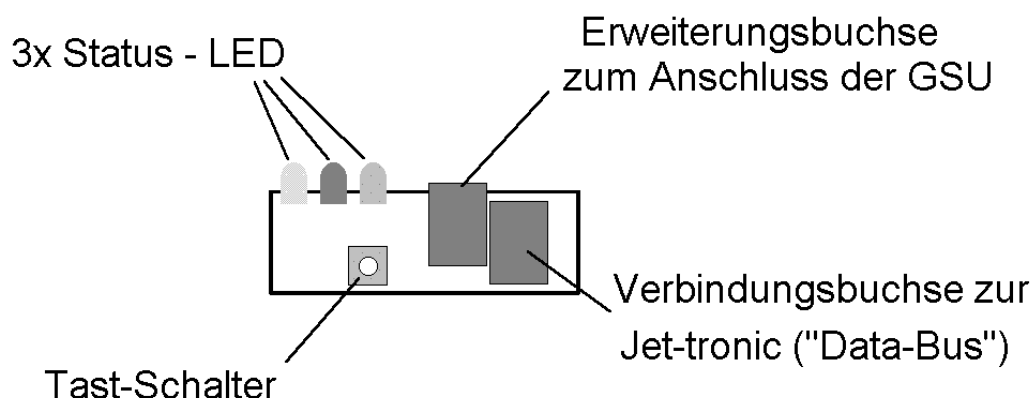


Hinweis:

Propan/Butangas hat eine stark entfettende Wirkung, deshalb vor dem Befüllen jeweils ein paar Tropfen Silikonöl o.ä. in die Kupplungsdose geben, damit die darin befindlichen O-Ringe nicht trocken laufen und die Schnellkupplung undicht wird. Ein Teil des Öls wird hierdurch auch in das Gasventil getragen und schmiert dort ebenfalls die Ventiltteile.

Die LED Platine

Die LED-Platine dient einerseits als „Verteilerkasten“ für den Datenbus der ECU und verfügt andererseits über 3 Leuchtdioden, die über den aktuellen Zustand der Jet-tronic informieren. Zweckmässigerweise wird die LED-Platine so eingebaut, dass die nach aussen zeigende Anschlussbuchse (in Richtung der 3 Leuchtdioden) am Modell leicht zugänglich ist und die Leuchtdioden problemlos beobachtet werden können. In die nach aussen zeigende Anschlussbuchse kann die GSU (=Programmier- und Anzeigegerät) für Service- bzw. Programmierzwecke eingesteckt werden. Weiterhin verfügt die LED-Platine über einen kleinen Taster, mit dessen Hilfe einerseits die Fernsteuerung eingelernt, andererseits der „Manuelle Modus“ aktiviert werden kann.



Funktion der Leuchtdioden auf der LED Platine

Farbe	Bedeutung	LED leuchtet ständig	LED blinkt
gelb	Standby/Start	Turbine wird gestartet / hochgefahren	Manueller Modus ist aktiv
rot	Pump running	Kraftstoffpumpe läuft	Glühkerze defekt (Unterbrechung)
grün	OK	Turbine im Reglerbetrieb. Die Drehzahl kann über den Drehzahlschieber vorgegeben werden.	Steuerung befindet sich im „Slow-down“ Zustand“.

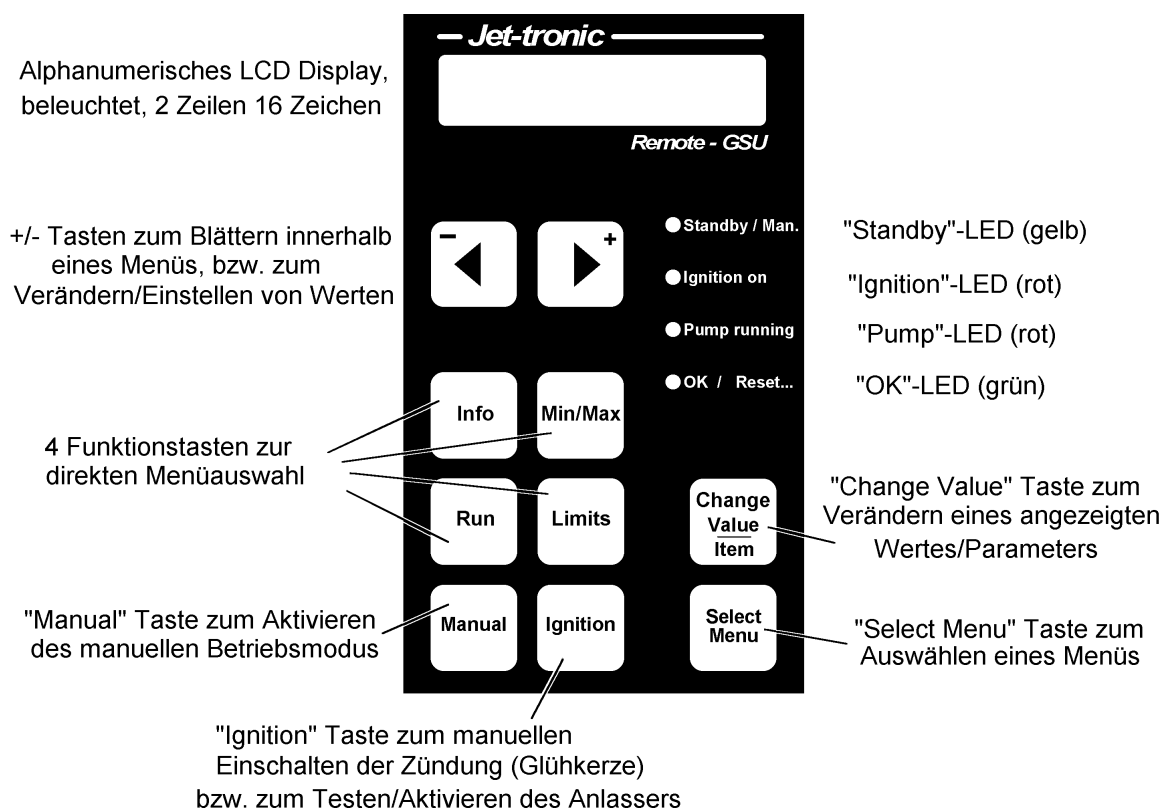
Sonderfall:

Wenn die **gelbe und grüne** Leuchtdiode **gleichzeitig** blinken, ist der Versorgungsakku leer und muss nachgeladen werden.

Das Anzeige- und Programmiergerät (GSU)

Das Bedien- und Anzeigegerät kann jederzeit (auch im Betrieb) an die Jet-tronic angesteckt werden, um aktuelle Betriebsparameter anzuzeigen oder Einstellungen zu verändern.

Übersicht Bedienelemente



Funktion der Bedientasten

<i>Taste</i>	<i>Funktion</i>
Info	Direktaufruf des Info-Menüs (Hotkey).
Run	Direktaufruf des Run-Menüs (Hotkey).
Limits	Direktaufruf des Limits-Menüs (Hotkey).
Min/Max	Direktaufruf des Min/Max-Menüs (Hotkey).
Select Menu	Wird diese Taste alleine gedrückt, wird im Display das aktuell gewählte Menü angezeigt. Wird diese Taste gedrückt gehalten, kann mit den +/- Tasten ein anderes Menü angewählt werden. Ist das gewünschte Menü angezeigt, die Taste loslassen.
Change Value/Item	Durch Drücken <u>und</u> Halten dieser Taste kann der im Display angezeigte Wert mit den +/- Tasten verändert werden. Solange der Wert verändert werden kann erscheint im Display ein kleiner Pfeil vor dem Wert. Wenn der angezeigte Wert nicht verändert werden kann (z.B. aktuelle Drehzahl bzw. Temperatur) erscheint die Information „Valu/Item can not be changed“ (=Wert kann nicht verändert werden) im Display der GSU.

Funktion der Leuchtdioden

Bezeichnung	LED leuchtet konstant	LED blinkt
Standby	Turbine anblasen	Manueller Modus ist aktiv
Ignition	Glühkerze ist EIN	---
Pump running	Kraftstoffpumpe läuft	Glühkerze defekt (Unterbrechung)
OK	Turbine im Reglerbetrieb, Turbinenschub kann über den Gasschieber vorgegeben werden.	a) Wenn Turbine läuft: Zulässige Abgastemperatur überschritten. b) Wenn Turbine Aus: Steuerung befindet sich im „Slowdown“ Zustand“.

Sonderfunktion Akkuwarnung:

Wenn die Leuchtdioden „Standby“ und „OK“ gleichzeitig blinken, ist der Versorgungsakku nachzuladen.

Einstellungen

Fernsteueranlage

Hubschraubermodelle mit Turbinenantrieb sind, neben der eigentlichen Empfangsanlage, meist noch mit vielen weiteren elektronischen Komponenten ausgerüstet, wie z.B. die ECU, Kreisel-systeme, Fahrwerkssteuerungen usw.

Wir empfehlen daher dringend die Verwendung von PCM-Empfängern, da diese durch die digitale Übertragungstechnik kurzzeitige Störimpulse vollständig ausblenden. Bei normalen PPM-Empfänger ist jeder noch so kurze Störimpuls unweigerlich sofort mit einem zufälligen Steuer-ausschlag verbunden.

Das Failsafe-Verhalten der Fernsteuerung sollte so eingestellt werden, dass die Turbine im Stö-rungsfall auf Leerlauf gedrosselt wird.

Empfangsantenne:

Für die Anordnung der Empfangsantenne im Modell sollte man sich unbedingt an die diesbezüglichen Herstelleranweisungen von Modell und Fernsteuerung halten !!!

Sonstige Einbauhinweise:

Die ECU der Turbine sollte nicht direkt neben dem Empfänger platziert werden (Abstand >10cm)

Die Kabel der ECU (Akku, Pumpe, Datenbus, Kabel zur Turbine) von anderen Kabeln der Empfangsanlage (z.B. Servokabel) getrennt verlegen !

Und nie vergessen :

!!! Vor dem Erstflug, oder nach dem Einbau zusätzlicher Komponenten, Reichweitentest durchführen !!! (mind. 50m mit eingeschobener Antenne)

Einlernen der Fernsteueranlage

Die gesamte Turbinensteuerung erfolgt bei der PHT-3 über einen einzigen, **von der Gas/Pitch-Mischung unbeeinflussten Kanal**, der normalerweise mit einem Schieberegler betätigt wird. Die Wirkungsweise dieses Schiebereglers ergibt sich dann wie folgt:

- | | |
|------------------------|---------------------------------------|
| • unterer Anschlag | Off |
| • Mittelstellung | Standby/Leerlauf |
| • Bereich Mitte...oben | Drehzahlvorwahl |
| • oberer Anschlag | Startvorgang auslösen/Maximaldrehzahl |

Im Betrieb wird dann die Turbinendrehzahl (und damit auch die Hauptrotordrehzahl) über den Schieberegler eingestellt und durch die ECU konstant gehalten; die Schubsteuerung erfolgt dann ausschliesslich über die Kollektivpitchsteuerung.

 **Hinweis:** Im Normalfall wird der AUX-Kanal bei der PHT3 nicht verwendet und daher auch beim Einlernvorgang nicht abgefragt; das entsprechend beschriftete Anschlusska-bel wird nicht in den Empfänger eingesteckt.
Für bestimmte Sonderfunktionen wird der AUX-Kanal jedoch benötigt; das zugehö-rige Anschlusskabel wird am Empfänger in einen freien Kanalausgang eingesteckt, der vorzugsweise über einen 3-Stufen-Schalter betätigt wird. Die Verwendung des AUX-Kanals muss im entsprechenden Menü aktiviert werden.

Bevor die Jet-tronic das erste Mal benutzt werden kann, müssen zuerst die Impulslängen des Turbinen-Steuerkanals und ggf. des AUX-Kanals der verwendeten Fernsteuerung eingelesen werden. Hierzu sind die folgenden Schritte notwendig:

1. Die Elektronik ausschalten, das Servoanschlusskabel der ECU in den Empfänger einstecken (THRottle = Gasschieber) und den Versorgungsakku der Turbine anschliessen (vgl. Anschlusschema). Ggf. auch das AUX-Anschlusskabel in den Empfänger einstecken. Das Bediengerät (GSU) an die LED-Platine anstecken (optional).
2. Sender einschalten und sicherstellen, dass der Turbinen-Steuerkanal allein durch den vorgesehenen Schieberegler betätigt und durch keinerlei andere Funktionen, z.B. über Mischer, beeinflusst wird. Der Kanal sollte darüber hinaus die normale Mittelstellung und Standard-ausschlaggrößen aufweisen (Subtrim=0, Travel=100%).
3. Drücken und Halten der „Select Menu“ Taste auf der GSU, dann die Jet-tronic (über den Empfängerschalter) einschalten.

 **Hinweis:** Anstatt der „Select Menu“ Taste auf der GSU, kann auch die kleine Taste auf der LED-Platine verwendet werden.

Die Taste loslassen sobald die drei LED's die folgende Blinksequenz zeigen:

LED	Blinksequenz						
Standby	●	○	○	●	○	○	
Pump running	○ ⇒	● ⇒	○ ⇒	○ ⇒	● ⇒	○	
OK	○	○	●	○	○	●	

Das Display der GSU zeigt gleichzeitig die Meldung:

```
Release key to:
- learn RC -
```

→ „Taste loslassen um Fernsteuerung einzulernen“

Diese Prozedur bewirkt, dass ein spezieller Betriebsmodus zum Einlernen der Knüppelstellungen aufgerufen wird → „Teach In“

Sobald die Taste losgelassen wurde leuchtet die grüne „OK“ LED auf.

Das Display der GSU zeigt die Meldung:

```
Set Throttle to
minimum:
- learn RC -
```

→ „Stelle Gasschieber auf Minimum = AUS Position“

4. Der erste Schritt zum Einlernen der Fernsteueranlage beginnt nun mit dem Einlesen der Schieberstellung in der „AUS“ Position. Hierzu ist der Schieber auf den unteren Anschlag zu stellen. Sobald dies erfolgt ist, eine Taste drücken → die rote „Pump running“ LED leuchtet auf. Zur Kontrolle wird im Display der GSU unten rechts ein Zahlenwert eingeblendet der sich proportional zur Knüppelstellung (=Impulsbreite des Signals vom Empfänger) verändert. Nachdem die „AUS“- Position abgespeichert wurde, zeigt nun das Display der GSU den nächsten Schritt an:

```
Throttle Trim to
maximum:
- learn RC -
```

→ „Schieber auf Mittelstellung = Leerlaufposition“

5. Im diesem Einlernschritt ist der Gasschieber auf Leerlaufposition zu bringen (Mittelstellung). Sobald dies erfolgt ist, eine Taste drücken → die gelbe „OK“ LED leuchtet auf und das Display der GSU zeigt den nächsten Einlernschritt an:

```
Set Throttle to
maximum:
- learn RC -
```

→ „Schieber auf Maximum =vordere Position“

6. Im letzten Einlernschritt ist der Schieber auf Maximaldrehzahl zu bringen (vordere Position). Sobald dies erfolgt ist, eine Taste drücken → die grüne „OK“ LED leuchtet auf. Dies bedeutet, dass die Einlernprozedur für den Turbinen-Steuerkanal abgeschlossen wurde.

Da der 3-Stufenschalter bei der PHT3 normalerweise nicht verwendet wird, werden die folgenden Schritte bei der Standardeinstellung übersprungen, und der Einlernvorgang ist beendet.

Falls der 3-Stufenschalter /AUX-Kanal jedoch aktiviert wurde, folgen noch weitere Einlernschritte:

Es wird mit dem Einlernen der Positionen des Dreistufenschalters (=AUX) fortgefahren. Das Display der GSU zeigt:

```
Set AuxChan. to  
MINIMUM:  
- learn RC -
```

→ „Stelle Dreistufenschalter auf Minimum
=untere Position“

7. Für diesen Einlernschritt ist der Dreistufenschalter (=AUX Kanal) in Position 0 (Position 0 = AUS Position = untere Position) zu bringen, dann eine Taste drücken → die rote „Pump running“ leuchtet auf und das Display der GSU zeigt den nächsten Schritt an:

```
Set AuxChan. to  
CENTER:  
- learn RC -
```

→ „Stelle Dreistufenschalter auf Mittelstellung
=mittlere Position =“

8. Als Nächstes ist Dreistufenschalter in Position 1 (Position 1 = STANDBY Position = mittlere Position) zu bringen, dann eine Taste drücken → die gelbe „Pump running“ leuchtet auf und das Display der GSU zeigt den nächsten Schritt an:

```
Set AuxChan. to  
MAXIMUM:  
- learn RC -
```

→ „Stelle Dreistufenschalter auf Maximum
=vordere Position“

9. Als letzten Schritt ist der Dreistufenschalter in Position 2 (= vordere Position) zu bringen, dann eine Taste drücken.
Damit ist die Einlern Prozedur für den Dreistufenschalter ebenfalls abgeschlossen, die Jet-tronic speichert die erlernten Schieber- bzw. Schalterpositionen und geht dann in den normalen Betriebsmodus über. Diese „Einlernprozedur“ muss nur dann wiederholt werden, wenn die Fernsteuerung gewechselt oder verstellt wird.

Am Ende der Einlernprozedur wird im Display kurz „Saving SetupDat“ angezeigt. Die Elektronik geht danach in den Normalbetrieb über (Display Zeit Temperatur / Rpm an)

Kraftstoffpumpe einstellen

Nachdem die Turbine auf Hilfsgas gezündet hat, wird die Turbinendrehzahl durch den Anlasermotor weiter erhöht. Bei 3600 U/min wird die Kraftstoffpumpe durch die Elektronik mit minimaler Leistung zugeschaltet. Ausgehend von dieser Startspannung wird dann die Turbine durch langsames Erhöhen der Pumpenspannung hochgefahren. Die Pumpenspannung, mit der die Pumpe unmittelbar nach der Zündung versorgt wird, wurde bei der Auslieferung bereits werkseitig voreingestellt. Beim Austausch der Kraftstoffpumpe bzw. der ECU kann es jedoch erforderlich sein, die Pumpenanlaufspannung nachzujustieren.

Zur Einstellung der Pumpenanlaufspannung verfügt die ECU über eine Spezialfunktion, die wie folgt aufgerufen werden kann:

1. Kraftstoffversorgung zur Turbine unterbrechen (Kraftstoffversorgungsleitung ggf. in den Tanküberlauf zurückführen). Wird die Kraftstoffversorgung nicht unterbrochen, wird die Turbine durch den nachfolgenden Einstellvorgang mit Kraftstoff geflutet, was beim nächsten Startvorgang unweigerlich zu einem Heissstart !!!
2. Elektronik ausschalten und GSU einstecken (Fernsteuersender nicht notwendig).
3. Taste „Change Value/Item“ auf der GSU drücken und halten
4. Elektronik einschalten
5. Taste „Change Value/Item“ erst dann loslassen wenn im Display der GSU folgendes erscheint:

**Pump start volt.
Uaccelr1:**

Die Pumpe kann nun durch Drücken und Halten der „RUN“ Taste gestartet/getestet werden.

- Zum Verringern der Anlaufspannung um einen Schritt die Taste „(-)“ drücken.
- Zum Erhöhen der Spannung um einen Schritt die Taste „(+)“ drücken

Die Anlaufspannung sollte so eingestellt werden, dass die Pumpe in jeder Stellung gerade sicher anläuft und der Kraftstoff „tropfenweise“ dosiert wird (Taste RUN ggf. mehrmals drücken). Sinnvolle Werte der Anlaufspannung liegen zwischen 0.1 und 0,25V (Standardwert: 0,2Volt).

Am Ende des Einstellvorganges die Taste „Manual“ drücken, um die neu ermittelte Einstellung abzuspeichern und in den Normalbetrieb überzugehen.

Generell gilt:

Anlaufspannung zu klein:

Ist die Anlaufspannung zu gering eingestellt, kann es sein, dass die Pumpe zwar mit Spannung versorgt wird, sich tatsächlich aber nicht dreht (→ rote „Pump running“ LED ist ein, aber Pumpe dreht sich nicht). Dies hat zur Folge, dass die Turbine nach dem Zünden u.U. sehr lange auf Hilfsgas läuft und keine Drehzahl aufnimmt, da kein Kraftstoff gefördert wird. Ist diese Zeit zu lange (>10s), bricht die Elektronik den Startvorgang mit der Fehlermeldung: „AccTimOut“ (=Zeitüberschreitung für den Hochfahrvorgang), bzw. „Acc. Slow“ (=Beschleunigung zu gering) ab.

Anlaufspannung zu gross:

Ist die Anlaufspannung zu hoch eingestellt, wird anfänglich zu viel Kraftstoff eingespritzt, was in der ersten Startphase zu einer starken Flammenbildung hinter der Turbine führen kann, d.h. die Turbinendrehzahl ist noch zu gering im Verhältnis zur eingespritzten Kraftstoffmenge.

Temperatur-Nullabgleich

Nach einem Austausch des Temperaturfühlers muss ggf. ein Temperatur-Offsetabgleich durchgeführt werden.

Hierzu ist wie folgt vorzugehen:

Die Turbine muss sich dabei komplett auf Raumtemperatur befinden (ca. 21 °C) !!!

Drücken und Halten der „Select Menu“ Taste auf der GSU, dann die Jet-tronic einschalten (über den Empfängerschalter).



Hinweis:

Anstatt der „Select Menu“ Taste auf der GSU, kann auch die kleine Taste auf der LED-Platine verwendet werden.

Die drei LED's zeigen zuerst die folgende Blinksequenz :

LED	Blinksequenz					
Standby	⦿	○	○	⦿	○	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○
OK	○	○	⦿	○	○	⦿

(während dieser Blinksequenz die Taste nicht loslassen und weiter gedrückt halten !!!!.)

Die Taste erst loslassen sobald die drei LED's die folgende Blinksequenz zeigen:

LED	Blinksequenz					
Standby	⦿	○	⦿	○	⦿	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿
OK	⦿	○	⦿	○	⦿	○

Das Display der GSU zeigt gleichzeitig die Meldung:

Release key to:
Calibrate Temp

→ "Taste loslassen um Temperaturkompensation durchzuführen"

Der Temperaturabgleich ist damit abgeschlossen.

Einstellen der Glühkerzenspannung

Als Glühkerze wird der Typ OS A3, Best.-Nr. 1655 eingesetzt. Das Glühwendel muss ca. 3-4mm herausgezogen werden (z.B. mit einer Stecknadel) und hellrot glühen.

Die Glühkerzenspannung kann ggf. im Limits Menü wie folgt nachgestellt werden, (Standardwert = 2,1).

- 1) Den Parameter „GlowPlug Power“ im LIMITS Menü anwählen (blättern mit den +/- Tasten).
- 2) Die Taste Change Value/Item drücken und halten → Die Glühkerze wird eingeschaltet und der Editierpfeil erscheint vor dem Spannungswert im Display. Die Glühspannung kann nun mit den +/- Tasten eingestellt werden (dabei die Change Value/Item Taste gedrückt halten). Die Glühspannung so einstellen, dass die herausgezogene Wendel hellrot glüht.
- 3) Sobald die Change Value/Item Taste wieder losgelassen wird, ist der neue Wert gespeichert und die Kerze wird abgeschaltet.

Elektronik auf Standardwerte rückstellen (Reset)

Die ECU kann wie folgt auf Standardeinstellungen rückgestellt werden:

Drücken und Halten der „Select Menu“ Taste auf der GSU, dann die Jet-tronic einschalten (über den Empfängerschalter).

 Hinweis:

Anstatt der „Select Menu“ Taste auf der GSU, kann auch die kleine Taste auf der LED-Platine verwendet werden.

Die drei LED's zeigen zuerst die folgende Blinksequenz :

LED	Blinksequenz					
Standby	⦿	○	○	⦿	○	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○
OK	○	○	⦿	○	○	⦿

(während dieser Blinksequenz die Taste nicht loslassen und weiter gedrückt halten !!!!.)

Nach ca. 15 Sekunden zeigen die drei LED's dann folgende Blinksequenz :

LED	Blinksequenz					
Standby	⦿	○	⦿	○	⦿	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿
OK	⦿	○	⦿	○	⦿	○

(während dieser Blinksequenz die Taste nicht loslassen und weiter gedrückt halten !!!!.)

Die Taste erst loslassen sobald die drei LED's nach ca. 40 Sekunden die folgende Blinksequenz zeigen:

LED	Blinksequenz					
Standby	⦿	○	⦿	○	⦿	○
Pump running	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○
OK	⦿	○	⦿	○	⦿	○

Das Display der GSU zeigt gleichzeitig die Meldung:

Release key to:
Reset System

→ "Taste loslassen um Reset durchzuführen"

 Hinweis:

Nach erfolgtem Reset sind folgende Schritte notwendig:

- die Fernsteuerung muss neu eingelernt werden.
- Die Pumpenanfangsspannung muss neu eingestellt werden.
- Der Temperatur Nullabgleich muss durchgeführt werden.

Testfunktionen

Manueller Modus

Während des normalen Betriebs der Jet-tronic hat der Benutzer keinen direkten Einfluss auf die Steuerung der Kraftstoffpumpe oder des Kraftstoffabsperrventils.

Zum Füllen der Kraftstoffzuleitungen oder für Testzwecke kann es jedoch notwendig sein, die Kraftstoffpumpe bzw. das Absperrventil manuell zu steuern. Zu diesem Zweck ist ein spezieller manueller Betriebsmodus vorhanden, in dem die Pumpenspannung der Gasschieberstellung folgt, und das Absperrventil ist geöffnet.

Kraftstoffpumpe testen bzw. manuell bedienen

1. Gasschieber am Sender auf AUS stellen (unterer Anschlag).
2. Manuellen Modus aktivieren → Manual-Taste der GSU oder Taste auf der LED-Platine drücken → gelbe LED blinkt, das Absperrventil ist geöffnet.
3. Mit dem Gasschieber kann nun die Pumpenspannung proportional vorgegeben werden. In der unteren Hälfte ist die Pumpe immer ausgeschaltet. Ab Mittelstellung des Gasschiebers beginnt die Pumpe zu laufen. Zum Stoppen der Kraftstoffpumpe: Gasschieber nach hinten.
4. Abschliessend den manuellen Modus wieder deaktivieren → Manual-Taste der GSU oder Taste auf der LED-Platine nochmals drücken → gelbe LED blinkt nicht mehr.



Wichtiger Hinweis:

Der manuelle Modus erlaubt das Starten/Aktivieren der Kraftstoffpumpe obwohl die Turbine nicht läuft. D.h. wenn die Kraftstoffzufuhr zur Turbine zuvor nicht unterbrochen wurde, kann die Turbine mit Kraftstoff „geflutet“ werden und beim nächsten Start gibt es dann ein „Feuerwerk“.

Deshalb: Vor dem Aktivieren des manuellen Modus immer die Kraftstoffversorgungsleitung zur Turbine unterbrechen (→ abziehen), dann kann nichts passieren.

Im manuellen Modus wird die Minimaldrehzahl sowie die Mindesttemperatur der Turbine nicht überwacht, alle anderen Sicherheitsprüfungen bleiben jedoch aktiv (z.B. Max. Temperatur, Max. Drehzahl...)

Steuerung/Test des Kraftstoffabsperrventils

Solange der manuelle Modus aktiviert ist (gelbe „Standby“ LED blinkt), oder wenn die Pumpenspannung ungleich null ist, wird das Absperrventil automatisch geöffnet (→ siehe oben).

Steuerung/Test des Gasventils

1. Elektronik ausschalten
2. Taste „Min/Max“ drücken und halten
3. Elektronik einschalten
4. Sobald im Display die Meldung „GasValve Test“ erscheint die Min/Max Taste loslassen
5. Zum Testen (öffnen) des Ventil die Taste „Min/Max“ drücken
6. Zum Beenden des Test die Taste „Manual“ drücken, oder die Elektronik ausschalten.

Turbine starten/anlassen

1. Startvorbereitungen gemäss Checkliste durchführen.
2. Sicherstellen, dass sich kein Kraftstoff in der Turbine befindet.
3. Gasschieber auf AUS Position (nach hinten) (→ alle LED's müssen aus sein)
4. Gasschieber auf Mittelstellung bringen → LED's beginnen nun zu blinken (Lauflicht)
grün → rot → gelb , grün → rot → gelb... usw. blinken.
5. Dann Gasschieber auf Vollgas bringen (→ Turbine wird jetzt gestartet)
6. Während die Turbine hochläuft, kann der Gasschieber bereits wieder auf Leerlauf (Mittelstellung) zurückgenommen werden.
Sobald die Turbine automatisch auf Leerlaufdrehzahl stabilisiert wurde und sich der Gasschieber auf Leerlaufstellung befindet, leuchtet die grüne „OK“ - LED auf um anzuzeigen, dass nun die Drehzahleinstellung an den Piloten übergeben wurde.

Sobald der Gasschieber auf Vollgas gebracht wurde (Schritt 5), wird von der Jet-tronic der voll-automatische Startvorgang ausgelöst. Der Startvorgang kann jederzeit sofort abgebrochen werden, indem der Gasschieber auf AUS geschoben wird (nach hinten).

Nachdem der Startvorgang ausgelöst wurde geschieht folgendes:

1. Die Turbine wird über die Anlasser auf ca. 2500-3500 1/min hochgedreht.
2. Jetzt wird die Glühkerze eingeschaltet und das Gasventil geöffnet.
3. Die Drehzahl der Turbine fällt nun wieder langsam ab. Während des Herunterlaufens der Turbine setzt normalerweise die Zündung ein.
Falls die Zündung beim ersten Versuch nicht direkt einsetzen sollte, wird ein weiterer Zündversuch unternommen (→ Schritt 1). Sollte die Turbine innerhalb von ca. 30 Sekunden nicht gezündet haben, wird der Startvorgang abgebrochen (→ grüne LED blinkt).
4. Sobald die Zündung eingesetzt hat, wird die Turbine über den Anlasser weiter beschleunigt. Bei ca. 3600 1/min wird dann die Kraftstoffpumpe automatisch zugeschaltet (→ rote „Pump running“ LED leuchtet)
5. Die Turbine wird nun weiter auf Leerlaufdrehzahl hochgefahren. Sobald die Mindestdrehzahl überschritten wurde, wird der Anlasser automatisch ausgekuppelt und die gelbe LED erlischt.
6. Die Turbine wird jetzt kurzzeitig auf ca. 35000 U/min hochgefahren und anschliessend automatisch auf Leerlaufdrehzahl stabilisiert.
7. Die Turbine wird nun solange auf Leerlaufdrehzahl gehalten, bis der Gasschieber ebenfalls zurück auf Leerlaufposition gebracht wurde. Ist dies erfolgt, so leuchtet die grüne „OK“ – LED und die Turbinendrehzahl kann nun vom Piloten vorgegeben werden.

Turbine abschalten

Turbine ausschalten (Manual Off)

Die Turbine kann jederzeit sofort abgeschaltet werden, indem der Gasschieber in die „AUS“-Position gebracht wird (ganz nach hinten).

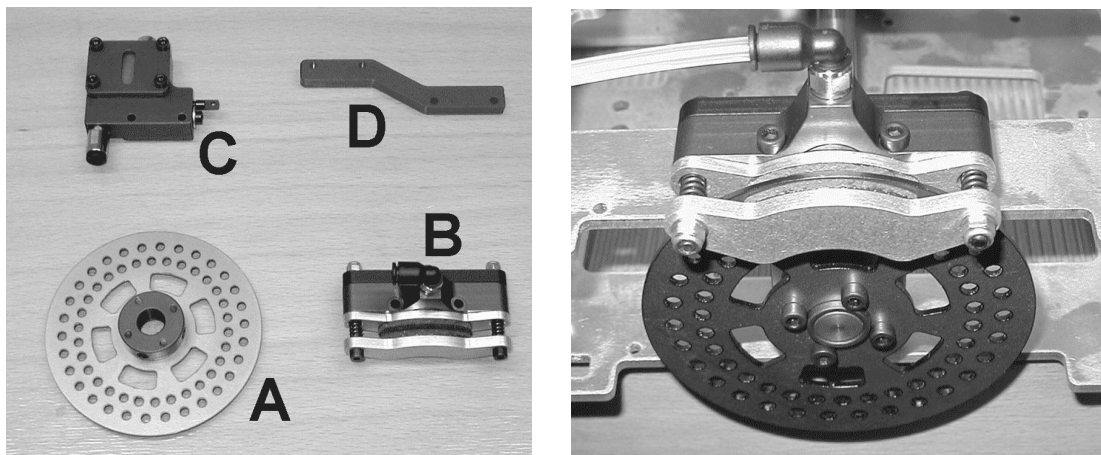
Automatischer Nachkühlvorgang

Die Turbine wird nach dem Abschalten durch wiederholtes Hochdrehen mit dem Anlasser automatisch nachgekühlt bis die Abgastemperatur unter 110°C liegt.

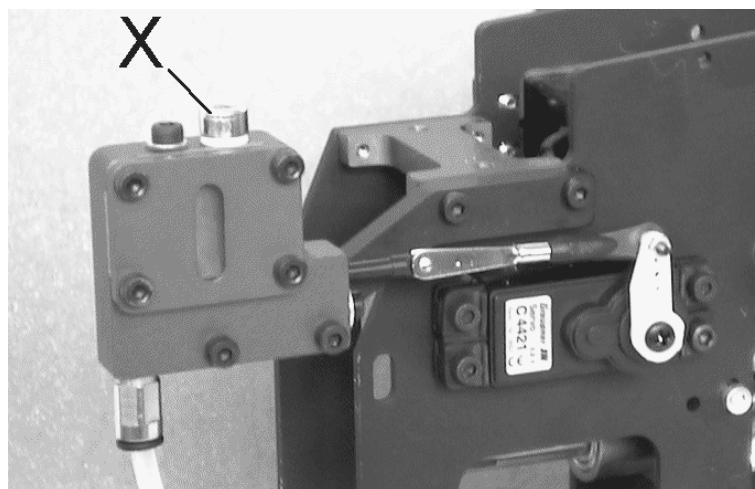
Optionales Zubehör

Hydraulische Rotorbremse, Best.-Nr. 6810.100

Als Zubehör lieferbar ist eine hydraulische Rotorbremse, welche über ein Servo betätigt wird und sowohl ein zügiges Abbremsen des Hauptrotors nach dem Abschalten des Triebwerkes ermöglicht, als auch zu verhindern hilft, dass während der Anlassphase ein Rotorblatt über dem Abgasauslass steht.



Die Bremsscheibe A wird auf dem unten überstehenden Ende der Hauptrotorwelle mittels Stiftschrauben festgeklemmt; die Bremse B selbst wird mit zwei Inbusschrauben M3x25 und Stopmuttern in den in der Chassisplatte vorhandenen Bohrungen festgeschraubt.



Der Hauptbremszylinder C wird mit Inbusschrauben M3x18 am Halter D befestigt. Die gesamte Einheit wird dann gemäss Abbildung am Chassis befestigt, wobei die dort vorhandenen Inbusschrauben M3x10 gegen die der Bremse beiliegenden Schrauben M3x14 ausgetauscht werden. Das zur Betätigung der Bremse vorgesehene Servo wird, wie abgebildet, im dafür vorgesehenen Chassisausschnitt montiert und über das beiliegende Gestänge mit dem Bremszylinder verbunden. Abschliessend wird die Hydraulikverbindung zwischen Hauptbremszylinder und Bremse mit dem beiliegenden Schlauch hergestellt und das Hydrauliköl eingefüllt durch die Öffnung, die beim Herausdrehen der Schraube X entsteht. Das System muss vollständig mit Öl gefüllt sein, Luftblasen aus Schlauch und Zylindern müssen entfernt werden (Bremse entlüften).

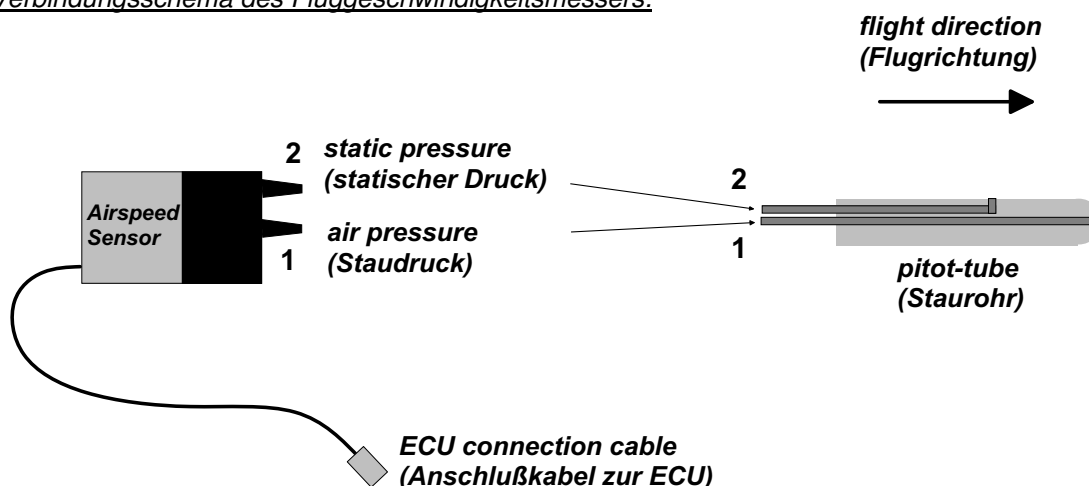
Wichtig: Die Bremswirkung muss weich einsetzen und darf keinesfalls zum ruckartigen Abbremsen des Hauptrotors führen, andernfalls können die Rotorblätter aus den Blatthaltern herauschwenken und in den Rumpf einschlagen.

Fluggeschwindigkeitsmesser (Airspeed-Sensor), Best.-Nr. 6802

Der optional anschliessbare Fluggeschwindigkeitsmesser besteht aus einem Staurohr („Pitot Rohr“) sowie einem Präzisionsdifferenzdrucksensor. Aus dem gemessenen Differenzdruck sowie der Lufttemperatur berechnet die ECU die aktuelle Fluggeschwindigkeit des Modells. Die Information der Fluggeschwindigkeit kann dann von der ECU für verschiedene Funktionen verwendet werden:

- Messung/Speicherung der maximalen sowie durchschnittlichen Fluggeschwindigkeit.
- Messung der zurückgelegten Flugstrecke in km.

Verbindungsschema des Fluggeschwindigkeitsmessers:



Die Verbindung der Luftdruckanschlüsse 1 (=Staudruck) und 2 (=Umgebungsdruck) erfolgt mittels der beiliegenden Schläuche. Die Schlauchlänge sowie der Schlauchquerschnitt haben keinen Einfluss auf Genauigkeit der Messung.

Bei angeschlossenem Airspeed-Sensor stehen dem Piloten erweiterte Funktionen der ECU zur Verfügung:

- Im „Run“ Menü kann die aktuelle gemessene Luftgeschwindigkeit („Airspeed“) sowie die Sollfluggeschwindigkeit („SetSpeed“) angezeigt werden.
- Im Min/Max Menü erscheint die zusätzliche Anzeige der gemessenen maximalen („MaxAirSpd“) sowie der durchschnittlichen („AvgAirSpd“) Fluggeschwindigkeit.

Parameter im „Limits“ Menü

Parameter	Bedeutung
AirSpeed units	Anzeigeeinheiten für Fluggeschwindigkeiten in [km/h] oder [mph]

Parameter im „Min/Max“ Menü

Parameter	Bedeutung
AvgAirSpeed	Durchschnittsfluggeschwindigkeit in km/h
MaxAirSpeed	Maximal erreichte Fluggeschwindigkeit in km/h
Flight Distance	Im zurückgelegte Flugstrecke in km

Kalibrieren des Fluggeschwindigkeitsmessers

Die Kennlinie des Differenzdrucksensors kann zum Erreichen der max. Messgenauigkeit kalibriert werden (Softwareversion ab V2.0g der höher).

Zur Kalibrierung werden zusätzlich folgende Hilfsmittel benötigt:

- 50-60cm Silikonschlauch o.ä. (Innendurchmesser spielt keine Rolle)
- etwas Wasser
- Lineal od. Meterstab

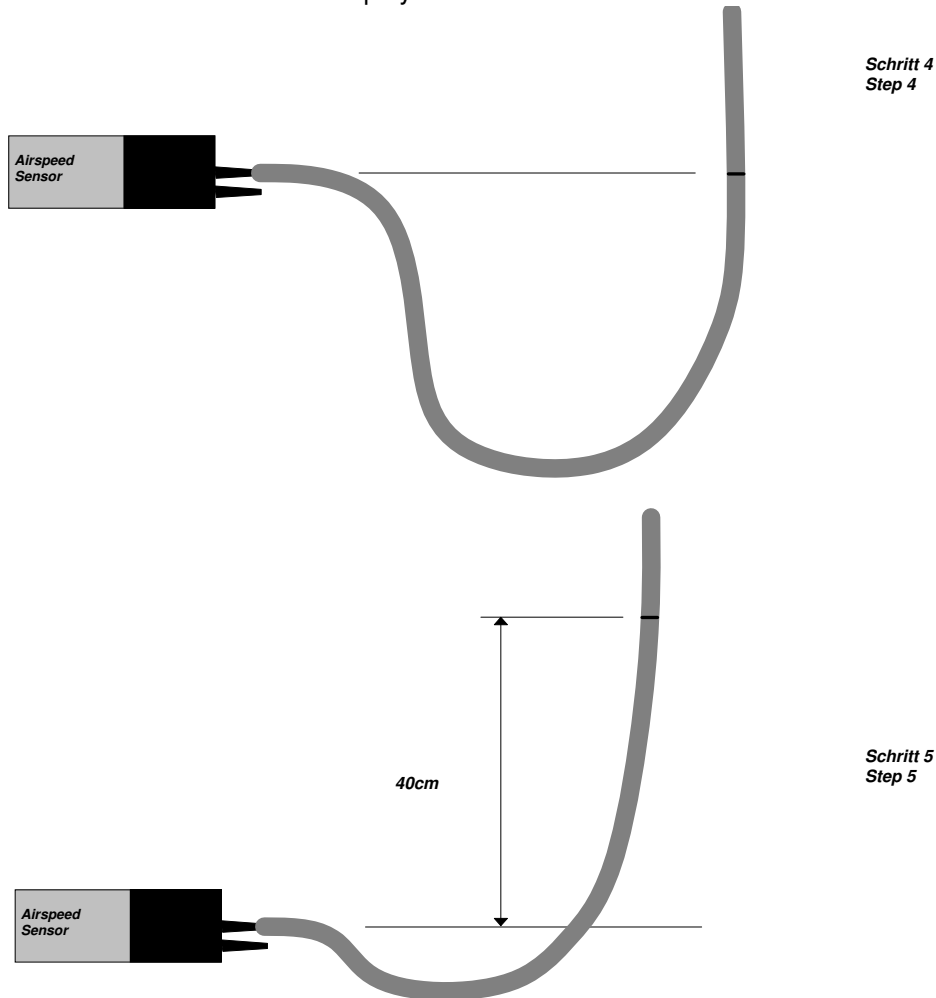
Es ist dann wie folgt vorzugehen:

1. Silikonschlauch mit Wasser füllen (mindestens 50cm Wassersäule)
2. Silikonschlauch entweder direkt auf den mittleren Anschluss des Differenzdrucksensors, oder direkt vorne auf das Staurohr aufstecken.
3. Taste „RUN“ auf der GSU drücken und halten dann Elektronik einschalten.
Taste „RUN“ erst dann wieder loslassen wenn die Meldung:

Cal. AirSpeedSns

Set 40cm water

im Display der GSU erscheint.



4. Jetzt das Ende der Wassersäule auf gleiche Höhe wie den Anschluss des Differenzdrucksensors (bzw. des Staurohres) bringen. Dann die Taste „INFO“ drücken (=Nullpunktdefinition).
5. Als letzter Schritt nun das Ende der Wassersäule um genau 40cm (Lineal) höher halten als den unter Schritt 4. definierten Nullpunkt. Ist dies erfolgt die Taste „MIN/MAX“ drücken. Im Display sollte nun oben rechts **h=40.0** stehen. Zum Test ob der durchgeführte Abgleich erfolgreich war, kann nun das Ende der Wassersäule nach unten bewegt werden und die Höhe am Lineal abgelesen werden. Das Display der GSU zeigt oben rechts ($h=xx.x$) die errechnete Wassersäulenhöhe an. Der am Lineal abgelesene Wert und der im Display angezeigte Wert sollten korrespondieren. Die Schritte 4/5 können beliebig oft wiederholt werden. Der im Display unten rechts angezeigte Kalibrierwert sollte sich zwischen 6000 und 10000 bewegen (Standard=8560).
6. Um die so ermittelten Kalibrierdaten abzuspeichern ist abschliessend die Taste „MANUAL“ auf der GSU zu drücken. Die Jet-tronic speichert nun die Kalibrierdaten und geht in den Normalbetrieb über.

Smoker System

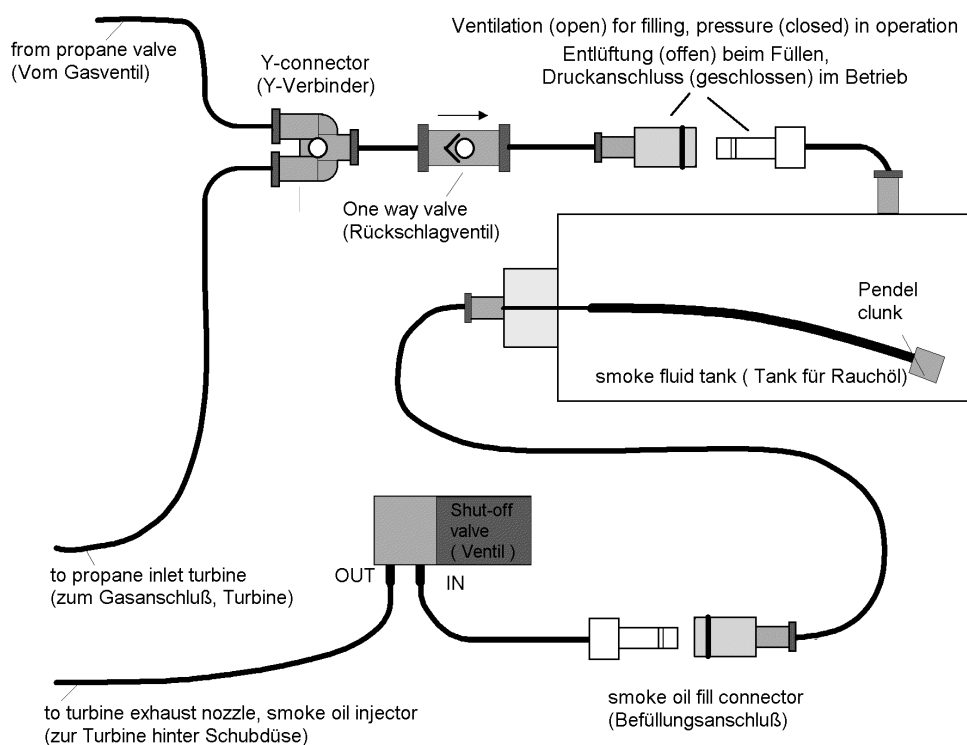
Die ECU kann ein Ventil zum Einblasen von Rauchöl/Diesel in den Abgasstrahl (→ Raucherzeugung) direkt ansteuern. Das Smoker-System ist als Bausatz unter Best.-Nr. 6800.18 lieferbar. Die Funktion kann im Limits Menü aktiviert/eingestellt werden („SmokerValve Ctrl“)

Die möglichen Optionen des Parameters „SmokerValve Ctr“ (→ LIMITS Menü) sind:

Option	Beschreibung
DISABLED	Das Smoker-Ventil wird nicht benutzt. Ventil ist immer geschlossen !
Open if AuxSw=0 (*)	Smoker-Ventil wird geöffnet wenn der AUX-Schalter (3-Stufenschalter) in die untere Position („AUS“-Position) gebracht wird <u>und</u> die Turbine läuft. Um diese Funktion nutzen zu können, muss der AUX-Schalter aktiviert sein, d.h. der Parameter „AUX-channel func“ (s.u.) darf <u>nicht</u> auf „NOT USED“ stehen.
Open if AuxSw=2 (*)	Smoker Ventil wird geöffnet wenn der AUX-Schalter (3-Stufenschalter) in die obere Position („AUTO-OFF“-Position) gebracht wird <u>und</u> die Turbine läuft. Um diese Funktion nutzen zu können, muss der AUX-Schalter aktiviert sein, d.h. der Parameter „AUX-channel func“ (s.u.) darf <u>nicht</u> auf „NOT USED“ stehen

(*) Die Funktion des Smoker-Ventils kann im Stillstand der Turbine getestet werden:

1. Der Gasschieber auf Leerlauf bzw. AUS stellen (sonst besteht die Gefahr das im nächsten Schritt die Kraftstoffpumpe anläuft !). Zur Sicherheit ggf. die Kraftstoffleitung zur Turbine unterbrechen.
2. Die „Manual“ Taste drücken und halten (→ gelbe LED-blinkt). Mit dem AUX-Schalter (3-Stufenschalter am Sender) kann nun das Ventil geschaltet werden.



Anhang

Turbinenzustände

Die Turbine durchläuft vom Start (→ Zünden) bis hin zum Normalbetrieb (→ Drehzahlkontrolle wird dem Piloten übergeben) verschiedene „Zustände“ (=States).

Der Übergang von einem Zustand zum Nächsten erfolgt durch sog. Übergangsbedingungen.

Der aktuelle Turbinenzustand wird im Run Menü unter „STATE“ (=Zustand) angezeigt.

Erklärung der Turbinenzustände

Wert	Erklärung
-OFF-	Schieberegler steht auf AUS → Turbine ist ausgeschaltet, Turbinenstart ist verhindert. In diesem Zustand sind alle LED's ausgeschaltet.
Stby/START	Schieberegler steht auf Mittelstellung, → Turbine ist startbereit. In diesem Zustand leuchten die LEDs der Reihe nach („Lauflicht“) um anzuzeigen, dass der Starter betätigt werden kann. Sobald dann die gemessene Turbinendrehzahl gross genug ist, wird in den nächsten Zustand „Ignite“ (=Zünden) gesprungen.
Ignite...	In diesem Zustand ist die Glühkerze eingeschaltet und das Gasventil wird geöffnet. Die Jet-tronic wartet nun, bis die Zündung eingesetzt hat. Die Jet-tronic verbleibt in diesem Zustand solange, bis mindestens eine der folgenden Bedingungen erfolgt ist: a) Die gemessene Abgastemperatur überschreitet ca. 120° b) Die gemessene Abgastemperatur steigt um mehr als 25° C/s c) Die gemessene Turbinendrehzahl überschreitet 17000 1/min Falls eine dieser 3 Bedingungen erfüllt ist wird in den nächsten Zustand (AccelrDly) gesprungen. Falls die Turbine nicht innerhalb von ca. 30 Sekunden gezündet hat wird der Zündversuch abgebrochen, und es wird in den Zustand „Slow-down“ gesprungen. Die rote „Ignition“ LED auf der GSU / LED-Platine signalisiert, dass die Glühkerze eingeschaltet ist.
AccelrDly	Verzögerung, bevor die Pumpenspannung hochgefahren wird. In diesem Zustand wird die Kraftstoffpumpe für eine Zeit von ca. 2 Sekunden mit konstanter Spannung betrieben. Dies erlaubt es der Turbine, Drehzahl aufzunehmen, wobei die Kraftstoffpumpe auf niedrigster Stufe eingeschaltet ist. Nach Ablauf von ca.2 Sekunden wird in den nächsten Zustand „Acceler.“ (=Beschleunigen/Hochfahren) gesprungen. Die Glühkerze ist in diesem Zustand ausgeschaltet. Die rote „Pump running“ LED signalisiert, dass die Pumpe eingeschaltet ist.

Wert	Erklärung
Acceler.	In diesem Zustand wird die Turbine auf eine Drehzahl oberhalb der Leerlaufdrehzahl hochgefahren. Hierzu wird die Pumpenspannung automatisch, ausgehend vom Anfangswert, progressiv erhöht. In diesem Zustand leuchtet die gelbe „Standby“ LED. Die rote „Pump running“ LED signalisiert, dass die Pumpe eingeschaltet ist. Im Normalfall sollte nun die Drehzahl der Turbine weiter ansteigen, bis schliesslich die programmierte Leerlaufdrehzahl überschritten wird. Ist dies der Fall, so wird in den nächsten Zustand „Stabilise“ gesprungen. Unter folgenden Fehlerbedingungen wird der Hochfahrvorgang abgebrochen und in den Zustand „Slow-down“ übergegangen: • Die Turbine erreicht/überschreitet die Leerlaufdrehzahl nicht innerhalb von ca. 40 Sekunden. • Die Zunahme der Turbinendrehzahl ist zu gering. • Die gemessene Abgastemperatur ist zu hoch.
Stabilise	Turbine konnte erfolgreich auf Leerlaufdrehzahl beschleunigt werden und wird jetzt automatisch auf ca. 35000 1/min eingeregelt. Sobald die Turbinendrehzahl für mindestens 1 Sekunde stabil auf dieser Drehzahl eingeregelt werden konnte, wird in den nächsten Zustand „Learn LO“ gesprungen.
LearnLO	In diesem Zustand wird die Turbine automatisch auf Leerlaufdrehzahl eingeregelt. Die Turbine wird von der Jet-tronic auf Leerlaufdrehzahl gehalten bis der Gasschieber auf Leerlauf gebracht wird. Ist dies der Fall, und die Turbine befindet sich bereits auf Leerlaufdrehzahl, wird in den nächsten Zustand „RUN (reg)“ gesprungen.
RUN (reg.)	Turbine ist jetzt im normalen Reglerbetrieb, d.h. die Turbinendrehzahl kann mit dem Schieberegler vorgegeben werden. In diesem Zustand leuchtet die grüne „OK“ LED um anzuzeigen, dass nun die Drehzahlkontrolle beim Piloten liegt. Diese Steuerung verbleibt in diesem Zustand bis zum Abschalten der Turbine.
SlowDown	Dieser Zustand wird durch Blinken der grünen „OK“ LED angezeigt, alle anderen LED's sind aus. Die Kraftstoffpumpe ist abgeschaltet und das Absperrventil geschlossen. In diesem Zustand wird verweilt, bis <u>alle</u> folgenden Bedingungen erfüllt sind: • Die Turbinendrehzahl ist kleiner als 800 1/min • Die Abgastemperatur ist kleiner als 110° Sind diese Bedingungen erfüllt, so wird in den Zustand „OFF“ übergegangen.
Manual	Die Jet-tronic befindet sich im manuellen Betriebsmodus, welcher durch Blinken der gelben „Standby“ LED angezeigt wird. Der manuelle Modus wird durch Drücken der „Manual“ Taste verlassen.

Menüstruktur

Alle Einstellparameter der ECU sind in sogenannten Menüs abgelegt und können mittels der GSU angezeigt bzw. verändert werden.

Die zur Verfügung stehenden Menüs sind:

- Run - Menü
- Min/Max - Menü
- RC-Check - Menü
- INFO - Menü
- Statistics - Menü
- Test - Functions
- Turbine Limits

Anwahl eines Menüs

Die verschiedenen Menüs können entweder direkt mit den entsprechenden Tasten auf der GSU angewählt (→ Hotkeys) werden, oder durch Drücken und Halten der Taste „Select Menu“. Mit den +/- Tasten kann dann das gewünschte Menü ausgewählt werden.

Die verschiedenen Optionen innerhalb eines Menüs können durch alleiniges Drücken der +/- Tasten angezeigt/durchgeblättert werden.

Verändern von Werten/Parametern in einem Menü

Um einen angezeigten Wert zu verändern, wird die Taste „Change Value / Item“ gedrückt gehalten, mit den +/- Tasten kann dann der Wert verändert werden.

Das RUN - Menü

Sobald man die Jet-tronic in Betrieb nimmt, wird das Run Menü auf dem Display dargestellt. In der unteren Displayzeile wird meist die aktuelle Turbinendrehzahl unter „RPM:“ angezeigt. In der oberen Displayzeile können mit den +/- Tasten verschiedene andere Informationen eingeblendet werden:

Name	Bedeutung
U-Pump RPM	Aktuelle Pumpenspannung in Volt. Aktuelle Turbinendrehzahl
Temp. RPM	Aktuelle Turbinenabgastemperatur in °C bzw. °F Anzeigeeinheit (°C oder °F) im LIMITS Menü festgelegt. Aktuelle Turbinendrehzahl
OffCnd SetRPM	Letzter Abschaltgrund. (siehe Tabelle) Soll-Drehzahl der Turbine
State RPM	Aktueller Turbinenzustand (siehe Tabelle „Turbinenzustände“) Aktuelle Turbinendrehzahl
AirSpeed	Aktuelle Fluggeschwindigkeit in km/h. Diese Anzeigeeoption wird normalerweise nur dazu benutzt um die Funktion des Fluggeschwindigkeitsmessers (=Staurohr) zu überprüfen. Hinweis: Diese Anzeigeeoption steht nur bei angeschlossenem Airspeed-Sensor zur Verfügung.

Das Min/Max - Menü

Bezeichnung	Bedeutung
MaxPump MinPump	Maximale Pumpenspannung Minimale Pumpenspannung
MaxTemp MinTemp	Maximale Turbinentemperatur Minimale Turbinentemperatur
AvgPump AvgTemp	Durchschnittliche Pumpenspannung Durchschnittliche Turbinentemperatur
MaxRpm MinRpm	Maximale Turbinendrehzahl Minimale Turbinendrehzahl
AvgRpm MaxRTemp	Durchschnittliche Turbinendrehzahl Temperatur bei maximal zulässiger/programmierter Turbinendrehzahl (Parameter Maximum RPM im „Limits“-Menü)
MaxAirSpd	Maximale Fluggeschwindigkeit (*)
AvgAirSpd	Durchschnittliche Fluggeschwindigkeit (*)
Flight Distance	Zurückgelegte Flugstrecke (km) (*)

Die Min/Max Werte können mit der Taste „Change Value/Item“ zurückgesetzt werden.
(*) Nur mit angeschlossenem AirSpeed Sensor !

Das RC-Check - Menü

Bezeichnung	Bedeutung
StickPulse Throttle%	Gemessene Pulsbreite des Gasschiebers. Position des Gasschiebers in % (0-100%)
AuxInp% AuxPulse	Position des 3-Stufenschalters in % (0-100%) Gemessene Pulsbreite des AUX Kanals
Aux.Position	Position des 3-Stufenschalters (0, 1, 2)
FailSafeTime	Gesamtzeit, während der fehlerhafte Impulse empfangen wurden
FailSafe Count	Anzahl der FailSafe-Vorfälle Bei Erkennen auf FailSafe wird die Turbine langsam (ca. 3 Sekunden) auf die im „Limits“-Menü unter „FailSafeRPM“ eingestellte Drehzahl (normalerweise Leerlauf) heruntergeregelt; wenn die Störung vorüber ist, wird die Drehzahl wieder (ebenfalls in ca. 3 s) auf den Sollwert erhöht.

Alle Parameter in diesem Menü dienen nur der Information bzw. Anzeige und können nicht verändert werden.

Das INFO - Menü

Name	Bedeutung
Rest Fuel	Restmenge im Kraftstofftank
Fuel flow ml/min	Aktueller Kraftstoffverbrauch in ml/min.
BattCnd	In der oberen Zeile wird der Zustand des Versorgungsakkus angezeigt: a) -- OK -- Die Akkuspannung liegt über 1,1V/Zelle. b) ! WEAK ! Die Akkuspannung ist unter 1,1V/Zelle abgesunken, ausserdem blinken die LED's „Standby“ und „OK“ gleichzeitig im 0,5s Takt. Ein Starten der Turbine ist nicht möglich, bis der Akku wieder aufgeladen wurde. Falls die Turbine bereits läuft und die Akkuwarnfunktion eingeschaltet ist, wird die Warnfunktion aktiviert. c) -- EMPTY -- Die Akkuspannung ist unter 1,0V/Zelle gesunken, die Turbine wird abgeschaltet. Ein Starten der Turbine ist nicht möglich, bis der Akku wieder aufgeladen wurde.
Ubattery	In unteren Zeile wird Spannung des Versorgungsakkus angezeigt
Last Run-Time	Letzte Turbinenlaufzeit
Last fuel count	Verbrauchte Kraftstoffmenge beim letzten Turbinenlauf.
Last-Off PmpVolt	Pumpenspannung, bei der die Turbine abgeschaltet wurde
Last-Off RPM	Drehzahl, bei der die Turbine abgeschaltet wurde
Last-Off TEMP	Temperatur, bei der die Turbine abgeschaltet wurde
Last-Off Cond	Letzter gespeicherter Abschaltgrund.
Last MaxTEMP	Letzte maximale Turbinentemperatur
Last MinTEMP	Letzte minimale Turbinentemperatur
Last AvgTEMP	Letzte durchschnittliche Turbinentemperatur
Last MaxR AvgTmp	Letzte durchschnittliche Turbinentemperatur bei Maximaldrehzahl
Last StartTemp	Letzte Turbinentemperatur in der Anlassphase
Last MaxRPM	Letzte maximale Turbinendrehzahl
Last MinRPM	Letzte minimale Turbinendrehzahl
Last AvgRPM	Letzte durchschnittliche Turbinendrehzahl
Last MaxPump	Letzte maximale Pumpenspannung
Last MinPump	Letzte minimale Pumpenspannung
Last AvgPump	Letzte durchschnittliche Pumpenspannung
Last FailSafeTime	Gesamtzeit, während der auf FailSafe erkannt wurde
Last FailSafeCnt	Anzahl der FailSafe-Erkennungen beim letzten Turbinenlauf
Last MaxAirSpd	Maximal erreichte Fluggeschwindigkeit des letzten Fluges. (Nur mit angeschlossenem AirSpeed Sensor!)
Last AvgAirSpd	Durchschnittliche Fluggeschwindigkeit des letzten Fluges. (Nur mit angeschlossenem AirSpeed Sensor!)
Last Distance	Beim letzten Flug zurückgelegte Flugstrecke. (Nur mit angeschlossenem AirSpeed Sensor!)

Das Statistics - Menu

Bezeichnung	Bedeutung
Totl Run-Time	Gesamtlaufzeit der Turbine (Zündung → Abschalten)
Runs-OK	Anzahl der Turbinenläufe, die ohne Fehler beendet wurden.
Runs aborted	Anzahl der Turbinenläufe, die durch das Sicherheitssystem der Jet-tronic beendet wurden.
Ignitions OK	Anzahl der erfolgreichen Zündungen.
Ignitions FAILED	Anzahl der fehlgeschlagenen Zündversuche
Starts FAILED	Anzahl der fehlgeschlagenen Starts
Total fuel count	Gesamtkraftstoffverbrauch der Turbine.
LoBatt Cut-Outs	Anzahl der Abschaltungen wegen zu geringer Akkuspannung

Alle Parameter in diesem Menü dienen nur der Information bzw. Anzeige und können nicht verändert werden.

Das Test Functions - Menu

Bezeichnung	Bedeutung
Pump TestVolt	Test der Kraftstoffpumpe. Wenn Taste „Change Value/Item“ gedrückt und gehalten wird, wird die angezeigte Spannung an die Pumpe angelegt; sie kann über +/- variiert werden. Achtung: Kraftstoffleitung vorher von der Turbine anziehen, um ein Überfluten zu verhindern
GlowPlug Power	Glühkerzenspannung in Volt anzeigen/einstellen Standardeinstellung=2.1V für 3er Kerze
GasValve Test	Gasventil testen (öffnen) mit Taste „Change Value/Item“
SmokerValve Test	Smokerventil testen (öffnen) mit Taste „Change Value/Item“
FuelValve Test	Kraftstoffventil testen (öffnen) mit Taste „Change Value/Item“
Temp. AD	links: Abgastemperatur rechts: Ansaugtemperatur

Das Turbine Limits - Menü

Das LIMITS Menü erlaubt dem Benutzer, die Betriebsgrenzen der Turbine zu verändern (natürlich nur innerhalb des erlaubten Bereichs) und so das Verhalten der Turbine optimal auf die jeweiligen Erfordernisse des Modells einzustellen.

Name	Bedeutung
Minimum RPM	Leerlaufdrehzahl der Turbine (=Gasschieber hinten Position). Standardeinstellung=33000
Maximum RPM	Vollgasdrehzahl der Turbine (=Gasschieber vorne Position) . Standardeinstellung=93000
LoBatt. warning	Warnfunktion bei niedriger Akkuspannung Standardeinstellung=DISABLED
Fueltank size	Fassungsvermögen des Kraftstofftanks in ml Standardeinstellung = 2000 ml
LowFuel Limit	Restmenge im Kraftstofftank, unterhalb der die Kraftstoffwarnfunktion aktiviert werden soll. Standardeinstellung = 500 ml
LowFuel Warning	Schaltet die Kraftstoffwarnfunktion EIN/AUS Standardeinstellung = Disabled (=AUS)
GlowPlug Power	Glühkerzenspannung in Volt Standardeinstellung=2.1V für 3er Kerze
GasFlow	Der Gasdurchfluss kann programmiert werden. Vor allem in der warmen Jahreszeit (→ hoher Gasdruck) kann es sinnvoll sein, den Gasdurchfluss etwas zurückzunehmen (auf ca. 30-50%), um ein optimales Zündgemisch bei geringeren Gasverbrauch zu erreichen.
AUX-channel Func	Der AUX-Kanal (=3-Stufenschalter) ist bei der PHT-3 standardmässig abgeschaltet, die Turbine wird über nur einen Kanal (=Gasschieber) gesteuert. Mögliche Einstellungen: „NOT USED“ (Standardeinstellung) AUX-Kanal wird nicht benutzt, d.h. das AUX-Kabel muss nicht in den Empfänger eingesteckt sein → Turbine wird nur über den Gasschieber gesteuert → Der AUX-Kanal wird beim Einlernen der Fernsteuerung nicht berücksichtigt/abgefragt. „ON, TrbCtrl ON“ =, AUX-Schalter aktiv, und AUX-Schalter wird zur Turbinensteuerung benutzt. „ON, TrbCtrl OFF“ = AUX-Schalter aktiv, AUX-Schalter wird jedoch <u>nicht</u> zur Turbinensteuerung benutzt. D.h. AUX-Schalter wird <u>nur</u> für Zusatzfunktionen wie z.B. AirSpeed Control oder Smoker Ventil benutzt.
FailSafeDly	Zeitdauer, für welche bei Auftreten einer erkannten Störung die aktuelle Einstellung des „THR“-Kanals beibehalten wird (HOLD)
FailSafeRPM	Drehzahl, auf welche die Turbine bei FailSafe-Erkennung nach Ablauf von FailSafeDly heruntergeregelt wird.
FailSafeTimeOut	Wenn ein FailSafe-Vorfall länger andauert, als die hier festgelegte Zeit, wird die Turbine ausgeschaltet.

(Noch Turbine Limits - Menü)

Name	Bedeutung
Drain Gastank	Der Gastank kann nach dem Turbinenstart automatisch entleert werden, um die Brandgefahr zu verringern. (Das Gasventil bleibt nach erfolgtem Turbinenstart offen, so dass das Gas in der Turbine mit verbrannt wird) Standardeinstellung = Disabled (=AUS)
AUX-ch SmokeCtrl	Die ECU kann ein Ventil zum Einblasen von Rauchöl/Diesel in den Abgasstrahl (→ Raucherzeugung) direkt ansteuern. Mögliche Einstellungen: DISABLED : (inaktiv) Open if AuxSw=2 : Ventil offen in der vorderen Position des Schalters Open if AuxSw=0 : Ventil offen in der hinteren Position des Schalters Standardeinstellung = Disabled (=AUS)
StartUp Mode	Auslösung des Turbinenstarts über den „Gas“-Kanal: • SEQUENCE : Folge AUS - Leerlauf - Vollgas - Leerlauf • THROTTLE MAX : Vollgasposition des Gasschiebers • IMMEDIATE : Übergang von AUS auf Leerlaufposition Standardeinstellung = SEQUENCE
Smoker WarnFunct	Die Steuerung des Smoker-Ventils (pulsierend öffnen -> RAUCH) kann zur Anzeige verschiedener Warnungen verwendet werden: DISABLED : AUS BATTERY LOW : Akku fast leer FUEL LOW : Tank fast leer BATTorFUEL LOW : Akku oder Tank fast leer BATT,FUEL,FAILS : Akku oder Tank fast leer oder RC-Störungen FAIL-SAFE Standardeinstellung = Disabled (=AUS) Tip: Im Hubschrauber kann auch eine Warnleuchte o.ä. statt des Smokerventils angeschlossen werden (+5V blinkend).
AirSpeed units	Anzeigeeinheiten für Fluggeschwindigkeiten in [km/h] oder [mph]
MAX LimitAirSpd	(beim Helikopter nicht sinnvoll verwendbar)
Max.AirSpeed	(beim Helikopter nicht sinnvoll verwendbar)

AUX-Kanal Funktionen

Der AUX-Kanal (=3-Stufenschalter) ist normalerweise abgeschaltet; für besondere Anwendungen kann er jedoch aktiviert werden (Parameter: „AUX-Channel Function“ im LIMITS Menü).

Die möglichen Optionen des Parameters „AUX-channel func“ sind:

Option	Beschreibung
NOT USED	AUX Kanal wird nicht benutzt (→ AUX Kabel muss nicht in den Empfänger eingesteckt sein) Dies ist die Standardeinstellung Turbine starten: 1. Gasschieber nach hinten (falls grüne LED blinkt) 2. Gasschieber in Mittelstellung 3. Gasschieber auf Vollgas → Start 4. Gasschieber in Mittelstellung (Leerlauf) Turbine abschalten: Gasschieber nach hinten → AUS Das Nachkühlen der Turbine erfolgt immer und kann nicht deaktiviert werden.
ON, TrbCtrl ON	AUX-Kanal wird benutzt (→ AUX Kabel muss in den Empfänger eingesteckt sein) Die Turbinensteuerung (OFF/RUN/AUTO-OFF) erfolgt über den AUX-Schalter (3-Stufenschalter).
ON, TrbCtrl OFF	AUX-Kanal wird benutzt (→ AUX Kabel muss in den Empfänger eingesteckt sein) Der AUX-Kanal ist aktiv, er wird jedoch <u>nur</u> für die Funktionen der Speed-Control und die Steuerung des Smokerventils benutzt. Die Turbinensteuerung erfolgt <u>nur</u> mit dem Gasschieber. Turbine starten: 1. Gasschieber nach hinten (falls grüne LED blinkt) 2. Gasschieber in Mittelstellung 3. Gasschieber auf Vollgas → Start 4. Gasschieber in Mittelstellung (Leerlauf) Turbine abschalten: Gasschieber nach hinten → AUS Das Nachkühlen der Turbine erfolgt immer und kann nicht deaktiviert werden.

Fehlerbehebung / Troubleshooting

Im Folgenden sind die häufigsten Fehlerquellen sowie wie deren Behebung aufgelistet:

Problem	Ursache	Abhilfe
Turbine zündet nicht	Gasverbindung wurde nicht hergestellt. Gasbehälter ist leer oder zu wenig Gasdruck (z.B. bei sehr niedrigen Aussentemperaturen). Glühkerze glüht zu schwach. Glühkerze defekt oder Glühwendel nicht weit genug herausgezogen.	Gasverbindung herstellen. Gasbehälter (nach-) füllen. Glühkerzenspannung nachstellen (Glühkerze muss <u>hellrot</u> glühen !) Glühkerze überprüfen und ggf. tauschen. Glühkerzenwendel muss mind. 4mm herausgezogen sein !
Startvorgang wird nicht ausgelöst	Turbine ist noch zu warm, Nachkühlvorgang noch nicht beendet. (→ grüne LED blinkt) Versorgungsakku nicht eingesteckt oder Versorgungsakku zu schwach oder leer. Glühkerze defekt (→ rote LED blinkt). 3-adriges Verbindungskabel zur Turbine nicht eingesteckt.	Warten bis Nachkühlvorgang beendet ist (grüne LED blinkt nicht mehr). Akku einstecken/laden. Glühkerze prüfen/tauschen. Kabel prüfen/einstecken.
Jet-tronic reagiert nicht auf Steuerbefehle des Fernstellersenders	Fernsteuerung wurde nicht korrekt eingelernt bzw. Fernsteuerung wurde nach dem Einlernen verstellt/umprogrammiert.	Fernsteuerung neu einlernen bzw. im RC-Check Menü auf Funktion überprüfen.
Turbine zündet, Startvorgang wird jedoch abgebrochen	Luft in den Kraftstoffversorgungsleitungen Kraftstoffpumpe klemmt/läuft nicht an Gasbehälter fast leer.	Kraftstoffsystem entlüften (→ Manual Mode). Sobald die rote „Pump running“ LED leuchtet <u>muss</u> sich die Kraftstoffpumpe drehen !!! Ggf. Kraftstoffpumpe testen (→ manueller Modus) Gasbehälter (nach-) füllen.
Startereinheit kuppelt nicht richtig ein oder rutscht durch (→ anhaltendes „Pfeifgeräusch“)	Öl/Staubablagerungen auf der Verdichtermutter / Kupplung.	Verdichtermutter mittels Pinsel und Reinigungsmittel (z.B. Aceton/Nitroverdünnung) entfetten.
Turbine startet, läuft hoch, und bleibt auf Leerlaufdrehzahl stehen. Keine Reaktion auf den Gasschieber, grüne LED ist aus.	Gasschieber steht noch nicht auf Leerlauf	Gasschieber auf Leerlauf zurücknehmen und warten bis die grüne „OK“ - LED aufleuchtet um anzuzeigen, dass nun die Drehzahlkontrolle an den Piloten übergeben wurde.

Das FailSafe - System der ECU

Die ECU besitzt ein eigenes, von der Fernsteuerung unabhängiges FailSafe - System, also ein Verfahren bei Ausfall oder Störung des empfangenen Signals vom Sender.

Als Störung wird sowohl das Ausbleiben des „THR“-Kanalimpulses aufgefasst, als auch eine **Impulslänge ausserhalb des eingelernten Bereiches**.

Im Falle einer erkannten, derartigen Störung wird zunächst die aktuelle Drehzahl beibehalten für die Dauer der im Parameter „FailSafeDly“ (LIMITS-Menü) eingestellten Zeit [s], dann wird auf die im Parameter „FailSafeRPM“ eingestellte Drehzahl (normalerweise Leerlauf) herabgeregelt, bis die Störung vorüber oder die im Parameter „FailSafeTimeOut“ vorgegebene Zeit [s] verstrichen ist; im letzten Fall wird dann die Turbine ausgeschaltet.

Daraus folgt:

Es muss durch entsprechende Programmierung des Senders dafür gesorgt werden, dass im normalen Betrieb niemals der eingelernte Bereich des „THR“-Kanalimpulses überschritten wird.

Bei Verwendung einer PCM-Fernsteuerung (mit eigener FailSafe-Funktionalität) ergeben sich Wechselwirkungen mit dem FailSafe-System der ECU, die bei der Einstellung der Fernsteuerung beachtet werden müssen:

- Bei der empfohlenen Programmierung der Fernsteuerung (FailSafe -> Leerlauf) wird keine für die ECU erkennbare Störung auftreten können, weil der Kanalimpuls immer vorhanden ist (der Empfänger erzeugt ihn bei Empfangsstörungen selbst) und stets im vorgegebenen Bereich bleibt. Die Behandlung der FailSafe-Situation wird also ausschliesslich von der Fernsteuerung selbst ausgeführt.
- Soll die FailSafe-Funktion der ECU benutzt werden, so muss für die FailSafe-Position des „THR“-Kanals ein Wert programmiert werden, der *absichtlich ausserhalb* des eingelernten Bereiches liegt. In diesem Fall wird nach Erkennen einer Störung durch den Empfänger ein „gestörtes“ Signal an die ECU weitergegeben, die ihrerseits die beschriebene FailSafe-Behandlung durchführt.

Die Parameter für die FailSafe-Behandlung sind daher hier wie folgt einzustellen:

FailSafeDly (HOLD)

Zeit, in der die aktuelle Drehzahleinstellung beibehalten wird (empf.: ca. 1 s). Hiermit lassen sich sehr kurze Störungen ausblenden.

FailSafeRPM

Drehzahl, auf die nach Verstreichen von FailSafeDly herabgeregelt wird (empf.: 33.000)

FailSafeTimeOut

Zeit, nach der bei anhaltender Störung die Turbine ausgeschaltet wird (empf.: 20 s)

Checklisten

Checkliste Flugvorbereitung

Senderakku geladen
Empfängerakku geladen
Versorgungsakku (Turbine) geladen
Kraftstoffvorrat (Ölanteil 5%, d.h. 1 Liter Öl auf 20 Liter Kerosin) ausreichend
Gasvorrat ausreichend
CO²-Feuerlöscher bereit
Tankentlüftung geöffnet

Checkliste Anlassen der Turbine

Kraftstofftanks gefüllt
Kraftstoffzuleitungen blasenfrei
Gasbehälter (nach-) gefüllt
Sender EIN, aktuelles Modell ausgewählt
Turbinensteuerung OFF
Drehzahlregelung Leerlauf
Fahrwerk ausgefahren
Trimmhebel Mittelstellung
Gyrowirkung normal
Empfangsanlage EIN
Funktionstest Pitch o.k.
Funktionstest Nick o.k.
Funktionstest Roll o.k.
Funktionstest Heck o.k.
Spannung Senderakku o.k.
Spannung Empfängerakku o.k.
Verbindung Gastank - Turbine o.k.
Türen und Zugangsklappen geschlossen
Modell in korrekter Startposition
Heckrotorblätter ausgerichtet
Hauptrotorblätter ausgerichtet und nicht über dem Abgasauslass der Turbine positioniert
Feuerlöscher griffbereit
Turbinensteuerung STANDBY
Starttaster betätigen (oder Startsequenz anderweitig auslösen)
Startsequenz beendet
Solldrehzahl eingestellt
Ggf. Reichweitentest o.k.

Checkliste nach dem Flug

Drehzahlregelung Leerlauf
Turbinensteuerung OFF
Nachkühlvorgang beendet (ca. 2 min)
Ggf. Flugparameter ausgelesen
Empfangsanlage AUS
Sender AUS
Verbindung Gastank - Turbine getrennt

GRAUPNER/JetCat

Helicopter Mechanics

with

Single Shaft Modell Turbine

Order No. 6810 Mechanics, factory-assembled with installed turbine. Mainrotor, tailrotor, and accessories as unassembled kit.

Warning!

The RC helicopter which can be built based on this mechanical system is by no means a toy! It is a complex flying machine which is capable of causing serious personal injury and damage to property if handled and operated incompetently.

The turbine-powered model helicopter which is based on this mechanical system requires considerable experience in flying model helicopters. This applies in particular to competent assembly, initial set-up and maintenance. It is fundamentally essential that the operator of this model should be a highly skilled, experienced model helicopter pilot, capable of reacting correctly when unforeseen flight situations occur, and able to recover from all manner of emergency situations, including auto-rotation landings.

We wish to point out expressly that any model helicopter based on this mechanical system is unsuitable for beginners.

You alone are responsible for completing the model correctly and operating it with due regard for safety. Please be sure to read and observe the enclosed sheets SHW3 and SHW7 which include full safety information. They should be considered as an integral part of these instructions.

Foreword

The introduction of Graupner/JetCat helicopter mechanics brings to fruition the long-held wish of numerous model helicopter pilots: the dream of operating a scale model helicopter using a scale power plant - a turbine.

The turbine mechanics have undergone intensive testing for a full year, and now, installed in the NH90[®] fuselage, the system has reached production-ready status as a practical, reliable installation for everyday usage. This has been demonstrated in display events and model flying meetings at home and abroad. The system can now be operated by any experienced model helicopter pilot with the same natural assurance as any model of similar size with a conventional power system.

The method of working of the PHT3 shaft turbine differs from that of conventional model jet engines, as the output power is transmitted to the rotors instead of generating pure thrust. The engine is designed to expend its exhaust gases into the atmosphere via a suitably formed exhaust duct with as little residual energy as possible.

In design terms this constitutes a single-shaft turbine, i.e. - in contrast to the twin-shaft turbine layout - the output power for the rotors is derived directly from the (single) turbine shaft, which also drives the compressor. The turbine speed of around 93,000 rpm is initially reduced to a value around that of a piston engine by means of a two-stage toothed belt gearbox, before the power is transmitted via a normal centrifugal clutch to the conventional main gearbox with auto-rotation freewheel, which drives the tail rotor in addition to the main rotor in the usual way. The standard direction of main rotor rotation is "left-hand" (anti-clockwise), but it can be converted to right-hand rotation; the tail rotor is not driven in auto-rotation mode.

The all-metal swashplate is actuated directly by four servos which are mounted within the mechanics. The main rotor head features a metal centre piece, ballraced mixer levers and a ballraced collective pitch compensator. The tail rotor features an all-moving hub and ballraced actuating lever, and, like the main rotor, is a standard system adopted from the proven GRAUPNER/Heim range.

Of course, handling a turbine requires that the model flyer should study the subject intensively and gain as much expertise as possible beforehand. Provided that you have an appropriate level of knowledge, you will actually find it simpler to handle a turbine engine in a helicopter than to operate a piston engine:

The entire engine control system requires only a single radio control channel, while start-up preparations are limited to filling the fuel tank and the small auxiliary gas tank for turbine starting. The engine is started simply by pressing a button at the transmitter, and the entire start-up process is automatic in operation, controlled by the turbine's on-board electronics (ECU). Initially the integral electric motor spins the turbine up to about 6,000 rpm, then the auxiliary gas valve is opened, and the gas is ignited in the turbine's combustion chamber (combustor). The engine accelerates further, the burning gas supports and eventually takes over from the starter

motor, until the point where the rotational speed is high enough for the turbine to run entirely on kerosene.

Once the engine is running and a stable idle speed has become established, control is passed to the pilot. The pilot uses a slider on the transmitter to increase the rotational speed of the turbine slowly until the desired system speed is reached. Any system rotational speed set on the slider is governed by the on-board electronics, and remains constant within broad limits regardless of the load on the system. As a result, main rotor thrust is controlled exclusively via collective pitch, as the rotational speed is regulated by the turbine electronics. At the end of a flight the turbine's rotational speed is run down to idle again by the pilot in the same way, then the same channel is used to initiate the power-down procedure. This process is again entirely automatic, under the control of the on-board electronics: first combustion is halted, then the starter motor is switched on to force fresh air through the turbine until the internal temperature has fallen below 100°C; an LED on the model indicates the end of the cooling-down phase, and the receiving system can then be switched off.

Flying a model helicopter with a turbine power system turns out to be an extremely pleasant experience, provided that the pilot makes allowance for the system's inherent characteristics. The power development of a turbine is always smooth, with no detectable non-linearity in the torque curve - a feature of piston engines which is familiar to all of us, and which leads to irregular and spasmodic movements of the tail boom. For this reason a turbine heli is substantially smoother around the vertical axis than any model powered by a piston engine or electric motor. Turbines also feature extremely low vibration levels; this ensures that the radio control system components have an easy time and last correspondingly longer, and it also means that it can make sense to add further fine details to scale models. Admittedly the characteristically "smooth" power development of the turbine does call for a slightly different approach from the pilot to the collective pitch control, i.e. smooth, harmonious control commands are the order of the day.

All components, including fuel pump, glowplug, starter and ECU, are powered by a single six-cell battery which is independent of the receiver power supply.

The display and programming unit (GSU) supplied in the set features a back-lit two-line alphanumeric screen as well as 10 operating buttons and 4 LEDs. It can be connected to the engine when it is running in order to display current operating data, and is also used to change set-up parameters and read out flight data and static data.

A hydraulic rotor brake is available as an optional accessory; it is servo-operated and has two purposes: it slows down the main rotor quickly after switching the engine off, and it also helps to prevent a rotor blade ending up over the exhaust efflux during the start-up phase.

Warnings

- The contents of this kit can be assembled to produce a working model, but the helicopter is by no means a harmless plaything. If assembled incorrectly or handled incompetently or carelessly it can cause serious injury to persons and damage to property.
- When the model helicopter's engine is running, the two rotors are spinning at high speed and contain an enormous quantity of rotational energy. Anything and everything that gets into the rotational plane of the rotors is either damaged or destroyed - and that includes parts of your body. Please take extreme care at all times with this machine.
- If any object obstructs the rotational plane of the revolving rotors the rotor blades will probably be severely damaged as well as the object. Broken parts may fly off and result in enormous imbalance; the whole helicopter then falls into sympathetic vibration, you lose control and have no way of predicting what the model will do next.
- You may also lose control if a problem arises in the radio control system, perhaps as a result of outside interference, component failure or flat or faulty batteries, but in any case the result is the same: the model helicopter's response is entirely unpredictable. Without prior warning it may move off in any direction.
- Helicopters have many parts which are naturally subject to wear, including gearbox components, motor, ball-links etc., and as a result it is absolutely essential to check and maintain the model regularly. It is standard practice with full-size aircraft to give the machine a thorough „pre-flight check" before every flight, and this is equally important with your model helicopter. Constant checking gives you the opportunity to detect and correct any faults which may develop before they are serious enough to cause a crash.
- The kit also includes two additional information sheets - SHW3 and SHW7- which include safety notes and warnings. Please be sure to read them and keep to our recommendations. They are an essential part of these instructions.
- This helicopter is designed to be constructed and operated by adults, although young people of 16 years or more may do so under the instruction and supervision of competent adults.
- The model features sharp points and edges which may cause injury.
- Flying model aircraft is subject to certain legal restrictions, and these must be observed at all times. For example, you must take out third part insurance, you must obtain permission to use the flying site, and you may have to obtain a licence to use your radio control system (varies from country to country).
- It is important to transport your model helicopter (e.g. to the flying site) in such a way that there is no danger of damaging the machine. Particularly vulnerable areas are the rotor head linkages and the tail rotor generally.

- Controlling a model helicopter successfully is not easy; you will need persistence and determination to learn the skills, and good hand-eye co-ordination is a pre-condition.
- Before you attempt to fly the model you should study the subject of helicopters in depth, so that you have a basic understanding of how the machines work. Read everything you can on the theory of helicopters, and spend as much time as you can watching other model helicopter pilots flying. Talk to chopper pilots, ask their advice, and enrol at a specialist model flying school if you need to. Many model shops will also be prepared to help you.
- Please be sure to read right through these instructions before you start work on the model. It is important that you clearly understand each individual stage of assembly and the correct sequence of events before you begin construction.
- Don't make modifications to the model's construction by using parts other than those specifically recommended, unless you are certain of the quality and suitability of these other parts for the task.
- We have made every effort to point out to you the dangers inherent in operating this model helicopter. Since neither we, the manufacturer, nor the model shop that sold you the kit have any influence on the way you build and operate your model, we are obliged to disclaim any liability in connection with it.

Liability exclusion / Compensation

As manufacturers, we at GRAUPNER are not in a position to influence the way you assemble your model, nor how you install, operate and maintain the radio control system components. For this reason we are obliged to deny all liability for loss, damage or costs which are incurred due to the incompetent or incorrect use and operation of our products, or which are connected with such operation in any way.

Unless otherwise prescribed by binding law, the obligation of the GRAUPNER company to pay compensation, regardless of the legal argument employed, is limited to the invoice value of that quantity of GRAUPNER products which was immediately and directly involved in the event which caused the damage. This does not apply if GRAUPNER is found to be subject to unlimited liability according to binding legal regulation due to deliberate or gross negligence.

The instructions

We have invested considerable effort in producing these instructions to ensure that you are able to build and fly your new model helicopter safely and without problems. Whether you are a beginner or an expert, please be sure to follow these instructions, step by step, exactly as described in the text.

- It is entirely the modeller's responsibility to check that all screws and other joints are tight and secure, and to carry out the essential adjustments thoroughly and conscientiously.
- The process of completing the mechanics is carried out by referring to the illustrations and the explanatory texts which accompany them.
- The joints marked with this symbol  must be secured with thread-lock fluid, e.g. Order No. 952 or bearing retainer fluid, Order No. 951; be sure to remove all traces of grease before applying the fluid.
- All bearings, whether plain, ballrace or needle roller, must be lubricated thoroughly. The same applies to all ball-links and gears, even if the instructions do not state this specifically.
- Parts list, replacement parts list and exploded drawings are included at the end of the manual.

Contents

• Foreword	P.2
• Warnings	P.4
• Accessories, additional parts required	P.8
• 1. Completing the main mechanics	P.9
• 2. Assembling the main rotor head	P.14
• 3. Assembling the tail rotor gearbox	P.19
• 4. Installing the bellcrank and control bridge	P.20
• 5. Assembling the tail rotor head	P.21
• 6. Installing the receiving system	P.23
• 7. Main rotor blades	P.24
• 8. Installing the mechanics in the fuselage	P.24
• 9. Setting up	P.25
• 10. Pre-flight checks	P.28
• 11. Adjustments during the first flight, blade tracking	P.29
• 12. General safety measures	P.30

• Operating instructions for the turbine	P.31
• Warnings and safety notes	P.32
• Maintenance	P.34
• Exhaust duct system	P.34
• The turbine's operating components	P.35
• Wiring loom and interface box	P.38
• Fuel / fuel supply	P.40
• Propane gas connection	P.42
• The LED board	P.44
• The Ground Support Unit (GSU)	P.45
• "Teaching" the radio control system	P.47
• Setting up the fuel pump	P.50
• Temperature zero calibration	P.51
• Adjusting the glowplug voltage	P.51
• Resetting the electronics to the default values	P.52
• Test functions, manual mode	P.53
• Starting / shutting down the turbine	P.54
• Optional Accessories: Rotor brake	P.55
• Optional Accessories: Airspeed-Sensor	P.56
• Optional Accessories: Smoker-System	P.58
• Appendix: Turbine states	P.59
• Appendix: Menu structure	P.61
• Appendix: Trouble-shooting	P.68
• Appendix: Checklists	P.70

Accessories, additional parts required**Recommended accessories****Gas filler valve**Order No. **6803****Turbine oil**Order No. **2650** AERO SHELL 500 special turbine oil**Main rotor blades**Order No. **1272** CFRP, reflex-section, 825mm lang Rotor diameter 1825 mm Ø**Tail rotor blades**Order No. **1346B** CFRP, reflex-section, 140mm lang**Radio control system** (see main Graupner catalogue)

We recommend a radio control system fitted out with special helicopter options, or a micro-computer system such as the mc-19, mc-22 or mc-24

As a minimum the model requires a radio control system with a 4-point swashplate mixer and 6 servos for the functions pitch-axis, roll, collective pitch, tail rotor and turbine control.

RC functions

Swashplate, lateral:	Roll function right/left
Swashplate, longitudinal:	Pitch-axis function, forward/back
Tail rotor:	Rotation around the vertical axis
Collective pitch:	Climb and descent
Turbine control	Control of main rotor speed, start and stop engine
Also recommended:	Gyro stabilisation of tail rotor control system

Servos (high-quality servos must be used), e.g.C 4421, Order No. **3892****Gyro:**

PIEZO 5000 gyro system, Order No. **5146**, with NES-8700G super-servo, Order No. **5156**, or
PIEZO 550 gyro system, Order No. **5147**, or SRVS gyro system G490T, Order No. **5137**

Receiver power supply:

For safety reasons you should use a battery of at least 1800 mAh capacity, e.g.:

4RC-3000 MH battery, Order No. **2568**, with **POWER switch harness**, Order No. **3050**.

Installing the **NC BATTERY CONTROLLER**, Order No. **3138**, provides a means of monitoring the battery voltage constantly.

Optional accessories**Hydraulic rotor brake**Order No. **6810.100****PC adaptor**Order No. **6801**

Interface adaptor and software for connection to PC. Enables data transfer from ECU.

Assembling the mechanics

The turbine helicopter mechanics system is intended for installation in a suitable separately available GRP fuselage designed expressly for this application. For safety reasons we strongly advise against installing the system in a fuselage not designed for turbine mechanics.

You will also need a separately available stainless steel exhaust duct to suit the fuselage kit you are using; the turbine exhaust gas is routed out of the fuselage through this duct.

The main mechanical assembly is supplied factory-built, with the turbine already installed; the components required to install the swashplate servos, the bellcranks and the swashplate are supplied as a kit of parts.

The kit also includes the main rotor head and tail rotor.

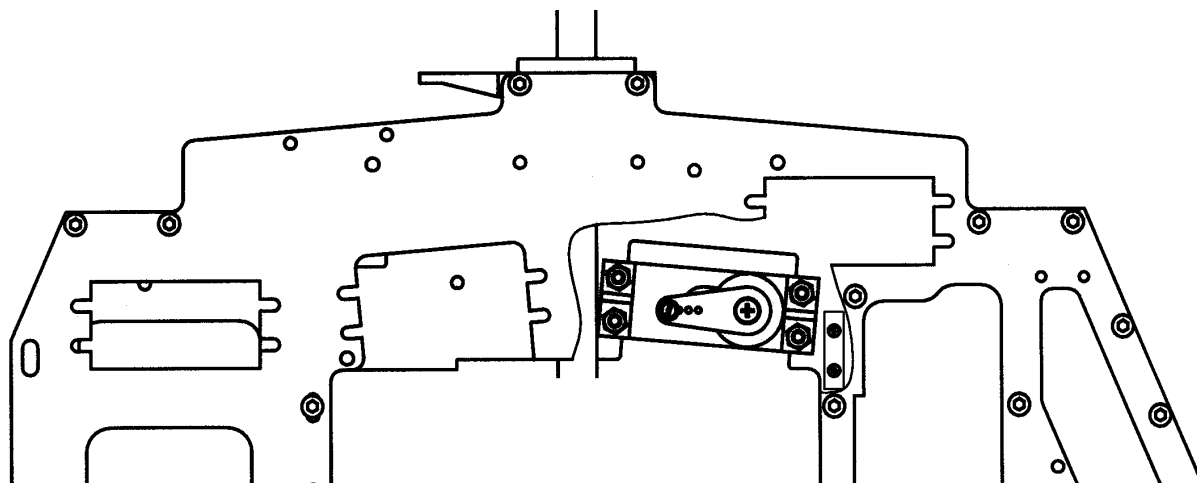
The auxiliary turbine equipment, i.e. fuel pump, valves (gas, kerosene) and filters are already installed in the mechanics, and the hose connections are in place as standard. On the right of the mechanics is a hose connection for the fuel tank, on the left a hose connection for the auxiliary gas tank. The electrical connections are grouped together in an interface box, from which a wiring loom (with connector fitted) runs to the ECU. The loom can simply be unplugged, which considerably simplifies the task of installing and removing the mechanics.

1. Completing the main mechanics

The chassis of the main mechanics is supplied pre-assembled, with the turbine installed. Completing the assembly stage requires the installation of the swashplate, the swashplate servos and the bellcranks.

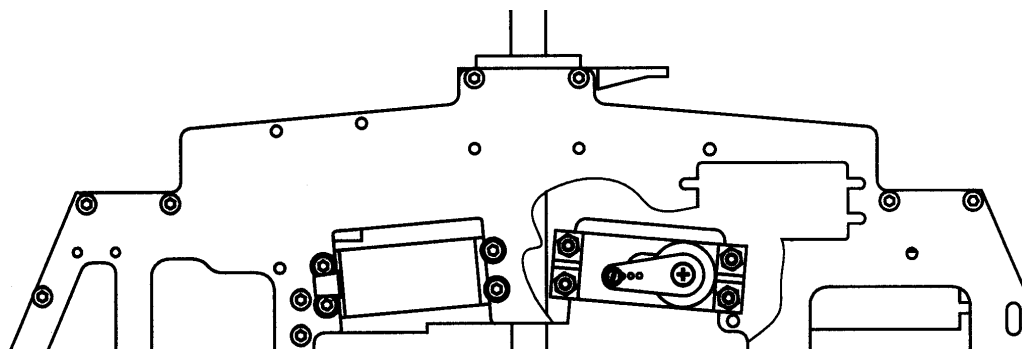
1.1 Installing the front pitch-axis / collective pitch servo (bag J2-3)

The front pitch-axis / collective pitch servo is installed in the left-hand chassis side frame **from the inside** using M3 x 12 socket-head cap screws, washers and self-locking nuts. The cable exit must **face forward**. Fix a linkage ball **on the top** of a suitable servo output arm, 20 mm from the pivot axis, using an M2 x 8 screw and nut; fit the output arm on the servo in such a way that it is exactly horizontal and facing aft when the servo is at centre.



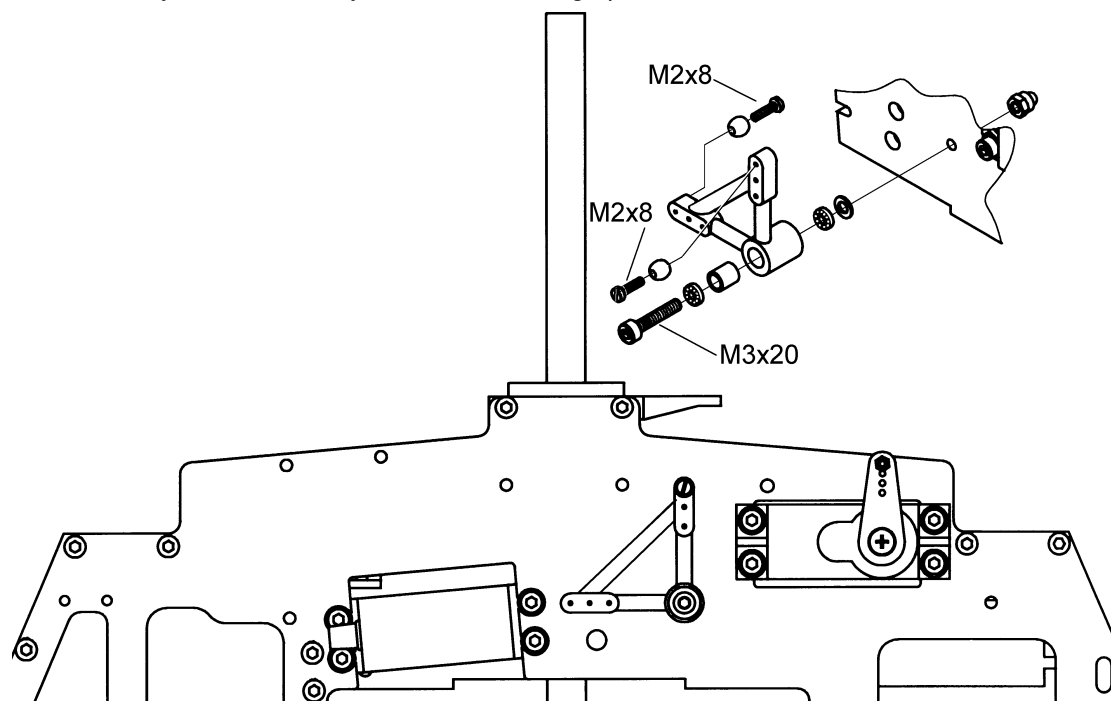
1.2 Installing the rear pitch-axis / collective pitch servo (bag J2-3)

The rear pitch-axis / collective pitch servo is installed in the opening in the right-hand chassis side frame **from the inside**, using M3 x 12 socket-head cap screws, washers and self-locking nuts, with the cable exit **facing aft**. Fix a linkage ball **on the top** of a suitable servo output arm, 20 mm from the pivot axis, using an M2 x 8 screw and nut; fit the output arm on the servo in such a way that it is exactly horizontal and facing forward when the servo is at centre.



1.3 Installing the left-hand roll / collective pitch servo (bag J2-3)

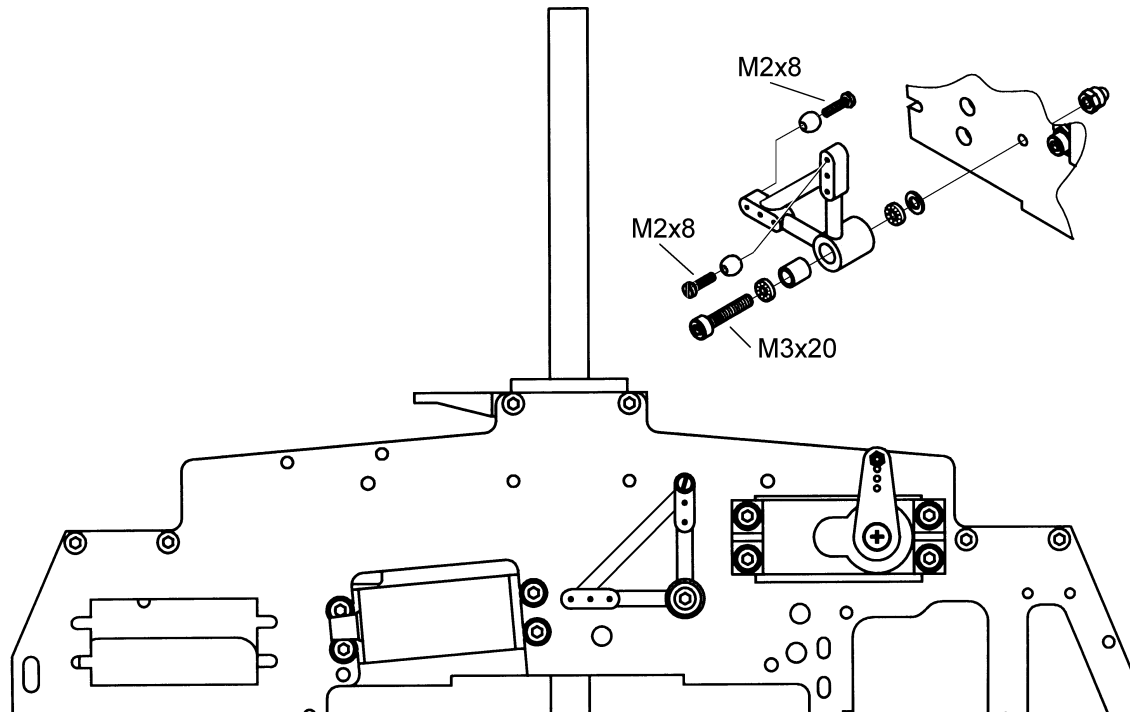
The left-hand roll / collective pitch servo is installed in the opening in the left-hand chassis side frame **from the outside**, using M3 x 12 socket-head cap screws, washers and self-locking nuts, with the cable exit **facing aft**. Fix a linkage ball **on the underside** of a suitable servo output arm, 20 mm from the pivot axis, using an M2 x 8 screw and nut; fit the output arm on the servo in such a way that it is exactly vertical and facing up when the servo is at centre.



The bellcrank is installed as shown in the illustration: first press the two ballraces into the bellcrank hub, with the spacer sleeve between them, then fix the linkage balls to the outermost holes of the arms using M2 x 8 screws. Note that the ball for the pushrod running to the servo is fitted on the outside, the ball for the pushrod running to the swashplate on the inside. Mount the bellcrank on the chassis using an M3 x 20 socket-head cap screw, spacer ring and self-locking nut.

1.4 Installing the right-hand roll / collective pitch servo (bag J2-3)

The right-hand roll / collective pitch servo is installed in the opening in the right-hand chassis side frame **from the outside**, using M3 x 12 socket-head cap screws, washers and self-locking nuts, with the cable exit **facing forward**. Fix a linkage ball **on the underside** of a suitable servo output arm, 20 mm from the pivot axis, using an M2 x 8 screw and nut; fit the output arm on the servo in such a way that it is exactly vertical and facing up when the servo is at centre.

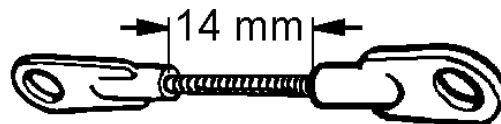


The bellcrank is installed as shown in the illustration: first press the two ballraces into the bellcrank hub, with the spacer sleeve between them, then fix the linkage balls to the outermost holes of the arms using M2 x 8 screws. Note that the ball for the pushrod running to the servo must be fitted on the outside, the ball for the pushrod running to the swashplate on the inside. Mount the bellcrank on the chassis using an M3 x 20 socket-head cap screw, spacer ring and self-locking nut.

1.5 Assembling the pushrods (bag J2-1B)

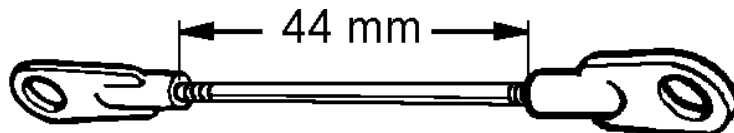
Pushrods A

Make up two pushrods as shown in the drawing, using M2.5 x 30 threaded rods and two ball-links.



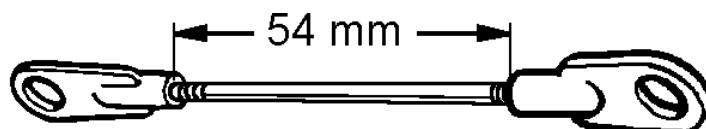
Pushrods B

Make up two pushrods as shown in the drawing, using M2.5 x 65 threaded rods and two ball-links.



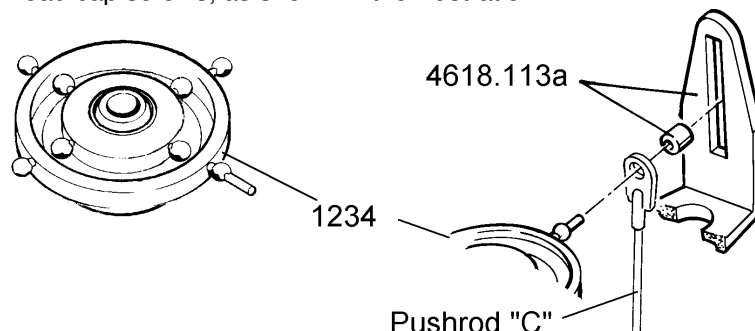
Pushrods C

Make up two pushrods as shown in the drawing, using M2.5 x 75 threaded rods and two ball-links.



1.6 Installing the swashplate (bag J2-1)

Unscrew the lateral retaining screws in the dome bearing plate and slide the plate up the main rotor shaft as far as it will go, so that the swashplate guide 4618.113A can be installed using two M3 x 16 socket-head cap screws, as shown in the illustration.



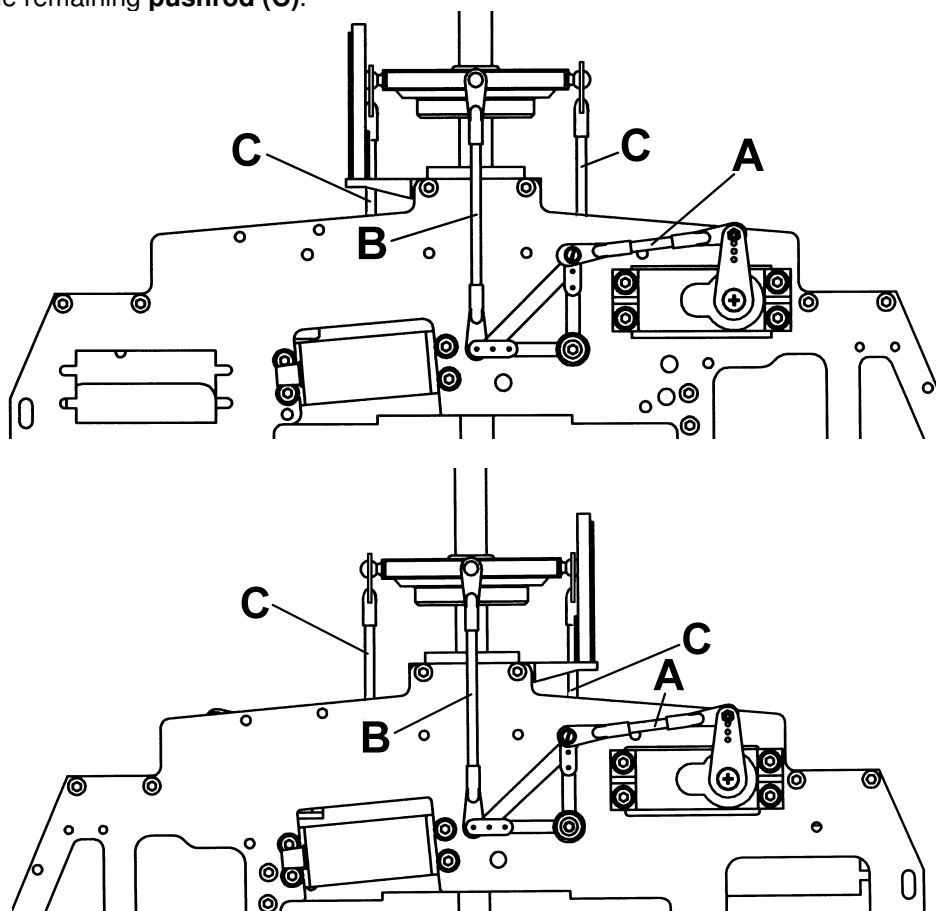
Locate the linkage ball on the swashplate 1234 which features a projecting pin, and press one of the pushrods "C" onto it. Grease the guide pin and slip the brass sleeve on it, then fit the swashplate on the main rotor shaft, engaging the guide pin and sleeve in the swashplate guide; pushrod "C" must run down through the opening in the dome bearing plate. Now slide everything (swashplate, dome bearing plate and swashplate guide) down until the dome bearing plate can be re-installed in its original position. Connect the bottom end of pushrod "C" to the rear pitch-axis / collective pitch servo.

1.7 Installing the remaining pushrods

Connect the output arms on the left and right roll servos to the appropriate bellcranks using the two **pushrods (A)**.

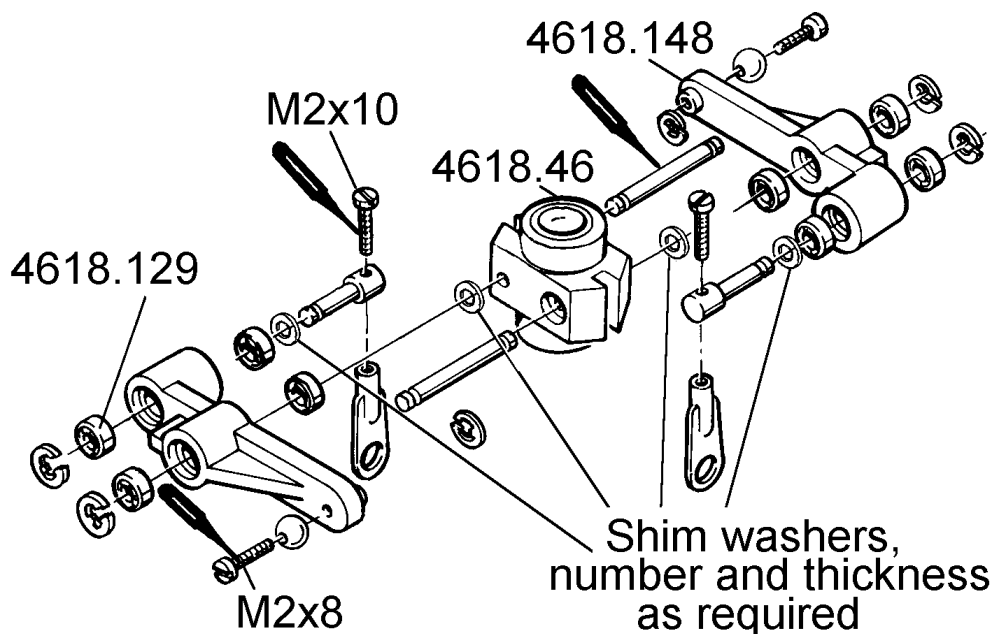
Connect the bellcranks to the linkage balls on both sides of the swashplate using the two **pushrods (B)**.

Connect the front pitch-axis / collective pitch servo to the front linkage ball on the swashplate using the remaining **pushrod (C)**.

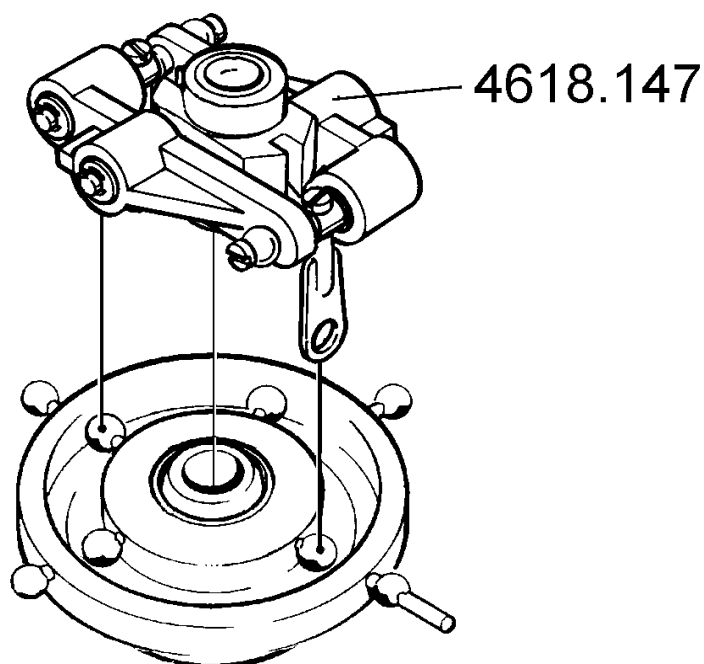


1.8 Collective pitch compensator (bag J2-1)

The collective pitch compensator 4618.147 is assembled as shown in the illustration.



Start by fitting a circlip on each of the brass pins, and glue them in the holes in the collective pitch compensator centre piece 4618.46 using bearing retainer fluid, with the circlips located fully in the recesses. Press the ballraces 4618.129 in the arms of the collective pitch compensator and slip them on the projecting ends of the brass pins, fitting at least one shim washer between the centre piece and the arm on each side; check that the arms are free to rotate on the pins. Fit the outer circlips to retain the arms, and check that there is no axial play present in the arms on the pins. If there is detectable slop, fit additional shim washers to take it up.



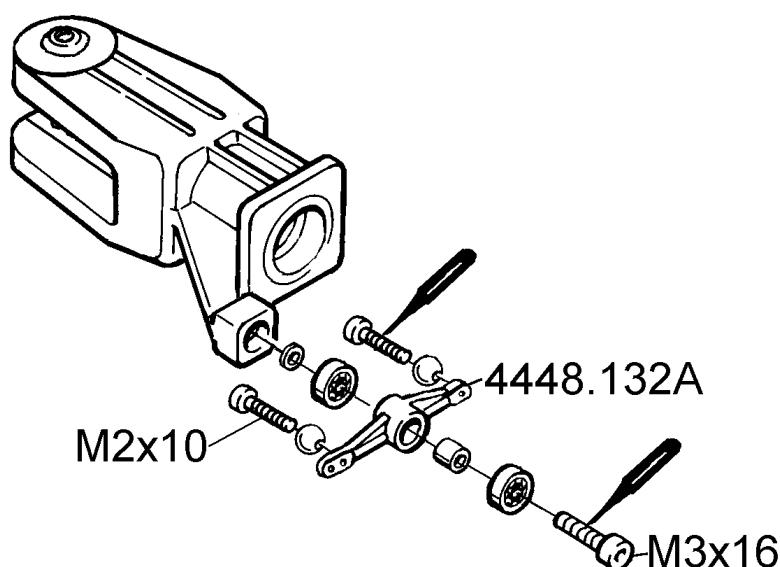
Fit the collective pitch compensator on the main rotor shaft, and press the two ball-links onto the appropriate balls on the inner ring of the swashplate, as shown in the illustration.

2. Assembling the main rotor head (bag U2-10)

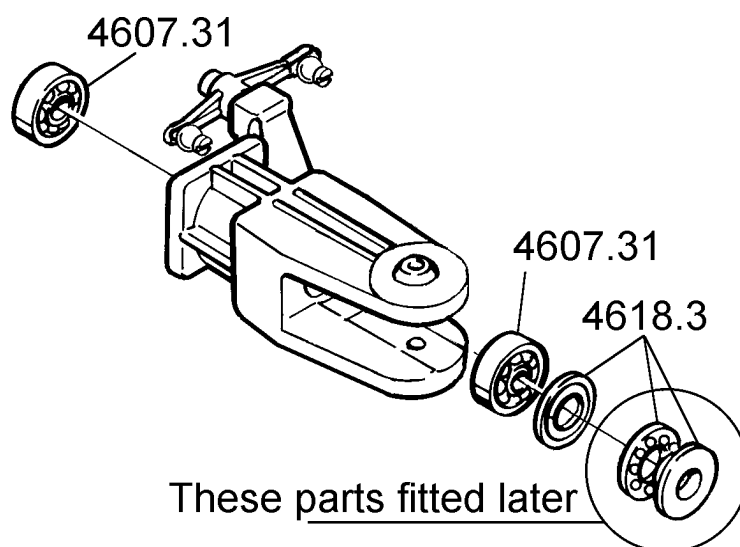
The main rotor head is assembled as shown in the illustrations. Remember to grease all ballraces.

2.1 Preparing the rotor blade holders (bag U2-10A, U2-10B)

First attach the two linkage balls to the mixer levers 4448.132A using M2 x 10 screws, then press the ballraces into both sides, not forgetting the brass spacer sleeve between them. Apply a little thread-lock fluid to the M3 x 16 screws along the entire length of the threads, and fit these through the ballraces and the spacer sleeve; take care that no thread-lock fluid gets into the bearings. Screw the mixer levers to the blade holders in this way, and check that the brass spacer washer is fitted between the inner ballrace and the blade pitch arm. The mixer levers should now rotate freely in their bearings; if necessary lubricate them with silicone oil.



Press the radial bearings 4607.31 and the bearing disc of the thrust bearing 4618.3 into the blade holders as far as they will go, as shown in the illustration.



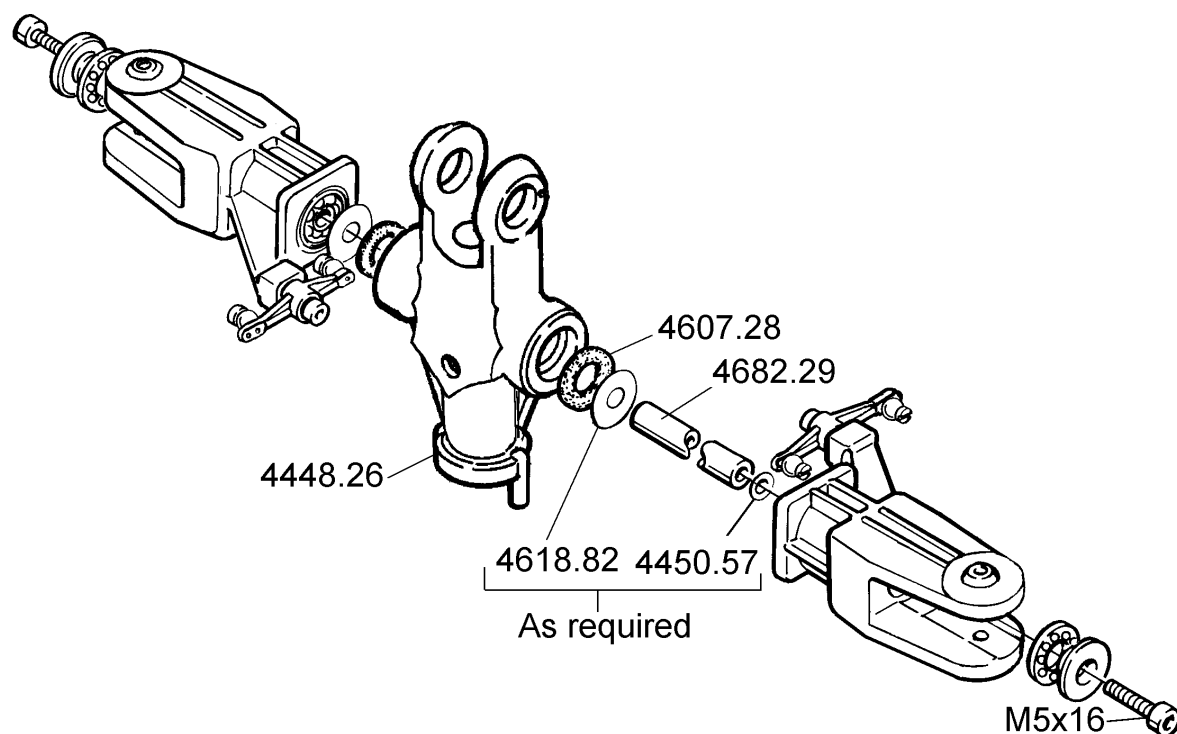
Now check that the bearings 4607.31 in the prepared blade holders are an easy sliding fit on the blade pivot shaft 4682.29. If necessary relieve the blade pivot shaft by rubbing down with fine abrasive paper (600-grit or finer) until the bearings are a smooth sliding fit.

2.2 Installing the blade holders

Press the two O-rings 4607.28 into both sides of the rotor head centre piece 4448.26, grease the blade pivot shaft and slide it through. Centre the shaft, so that it projects by an equal amount on both sides, then check that the O-rings are still in place. Fit 0.3 mm shim washers (from 4450.56) on the shaft on both sides of the centre piece, followed by the blade holders, noting that the blade holders must be orientated correctly: the blade pitch arm carrying the mixer lever must be in front of the blade (see illustration). Thoroughly grease the ball cages and thrust washers of the thrust bearings 4618.3, fit them on the shaft and tighten the two M5 x 16 socket-head cap screws.

Check that the blade holders rotate freely, and if necessary tap on the blade holders and the centre piece with a screwdriver handle to encourage the bearings to seat themselves correctly, so that they are not under strain. If the blade holders do not move freely because they are pressing against the centre piece, fit a spacer washer 4450.57 between the thrust washer of one of the two combination bearings and the blade pivot shaft.

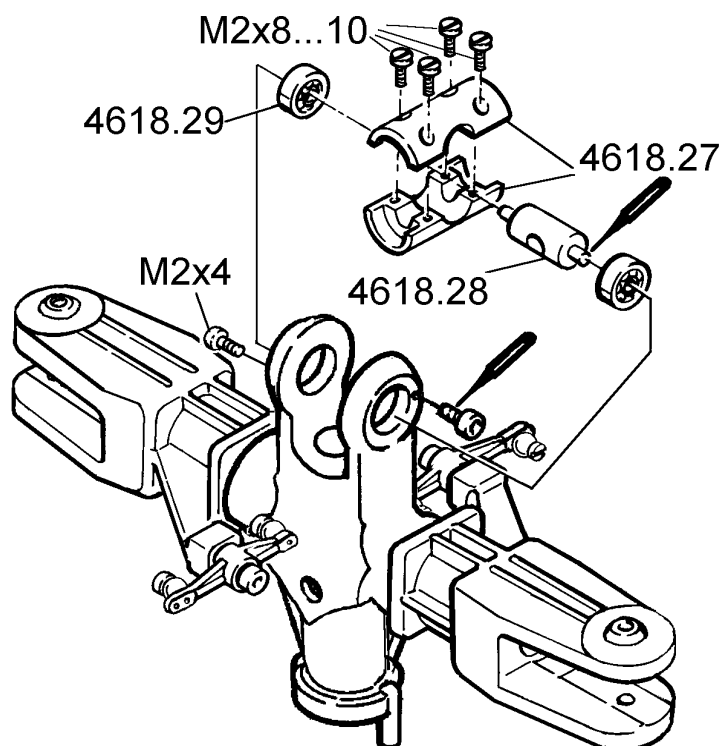
Once you are satisfied that the blade holders rotate freely, apply thread-lock fluid to the M5 x 16 socket-head cap screws, and tighten them fully and permanently. If you had to fit a spacer washer 4450.57, take care not to over-tighten the socket-head screw, to avoid deforming the brass washer.



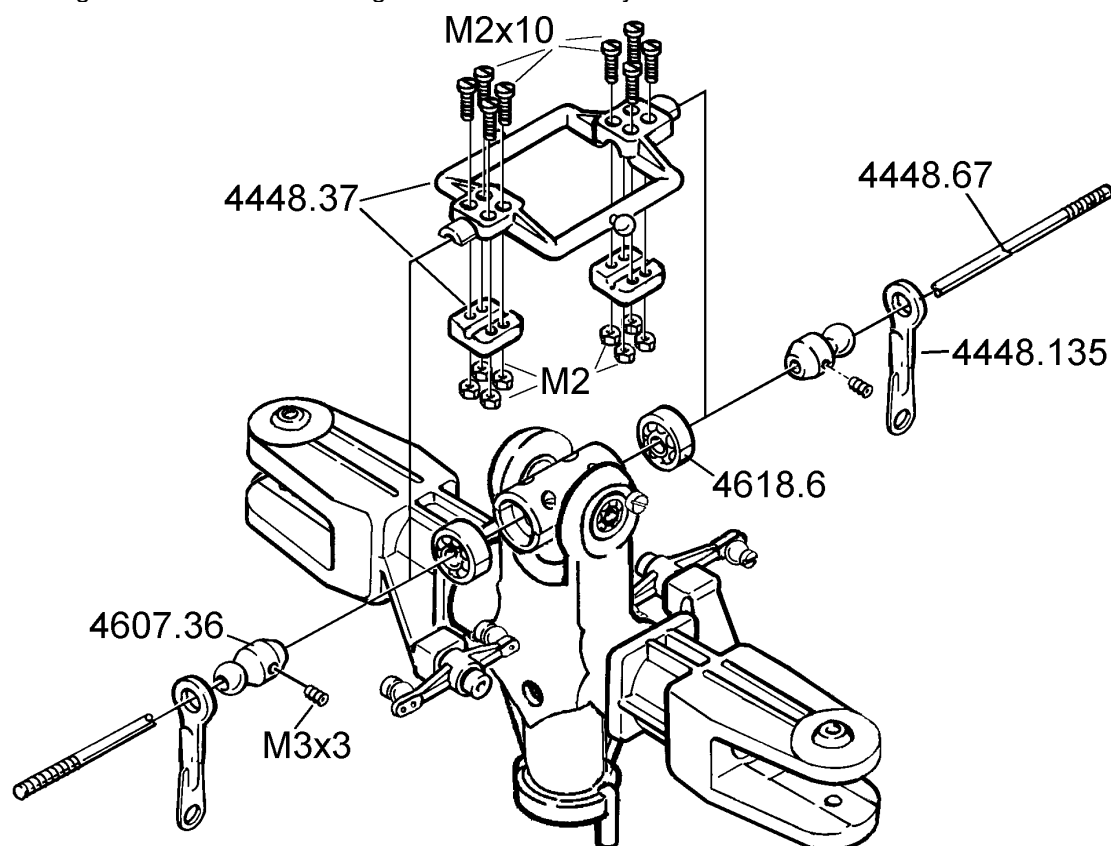
2.3 Assembling the Hiller rotor (bag U2-10C, U2-10D)

The rocker 4618.27 is assembled and installed as shown in the illustration. The hole in the pivot rod 4618.28 must line up with the axial bore in the rocker, so that the flybar can be fitted through it later without jamming or binding. Initially the two rocker shells are held together temporarily using four M2 x 8 ... 10 screws („borrowed" from other sub-assemblies); eventually they will be replaced by the longer screws used to retain the rotor brake plate. Secure each of the two ballraces on the outside by fitting an M2 x 4 screw in the centre piece. Check that the rocker rotates freely.

Roughen the flybar with abrasive paper at the points where the control bridge 4448.37 will be clamped. The control bridge is screwed in place, applying thread-lock fluid between the flybar and the control frame; this prevents any danger of the flybar twisting in the control bridge during violent aerobatic manoeuvres.

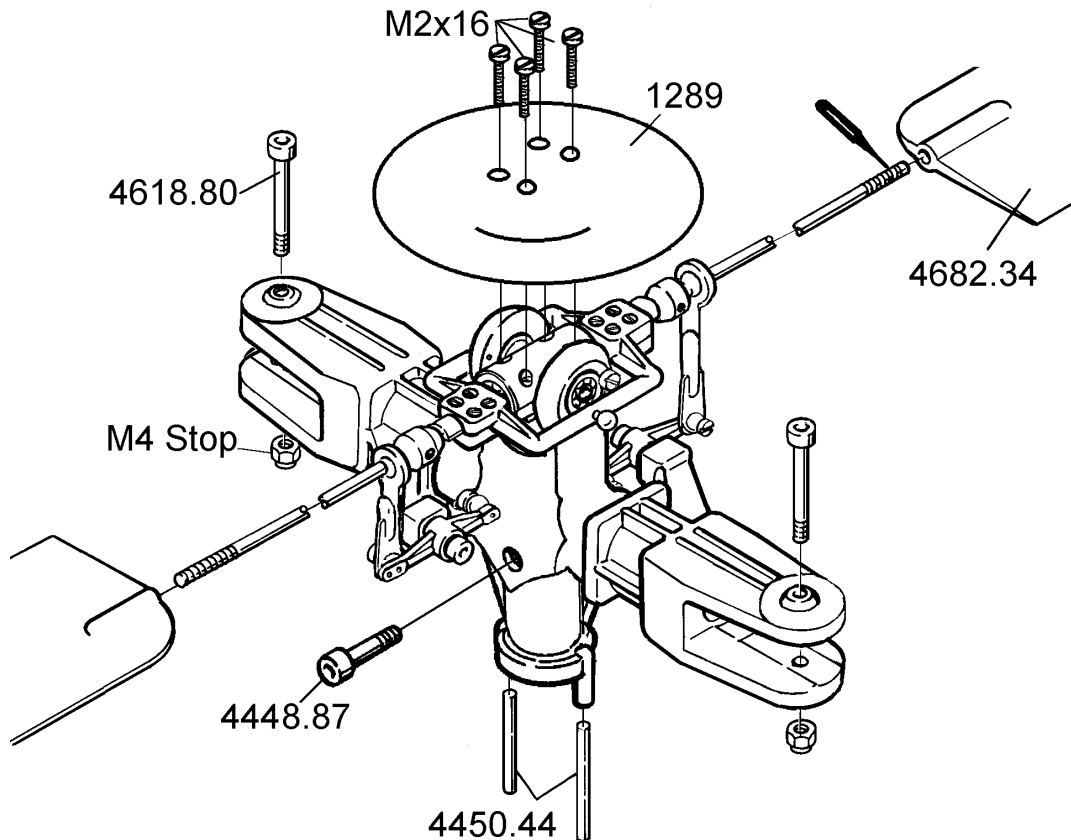


Press the ballraces 4618.6 into both sides of the rocker. Fit the flybar 4448.67 through the rocker and set it exactly central, i.e. it must project by the same amount on both sides of the bearings. Install the control bridge 4448.37 as already described.



Fit the ball collets 4607.36 on both ends of the flybar, and slide them along until they rest against the control bridge. Apply thread-lock fluid to the threaded holes in the ball collets, then fit and tighten the M3 x 3 grub screws. Press the double ball-links 4448.135 onto the collets.

Apply thread-lock fluid to the sockets in the flybar paddles 4682.34, and screw them onto the ends of the flybar to a depth of exactly 15 mm. Set them exactly parallel to each other and to the control bridge.



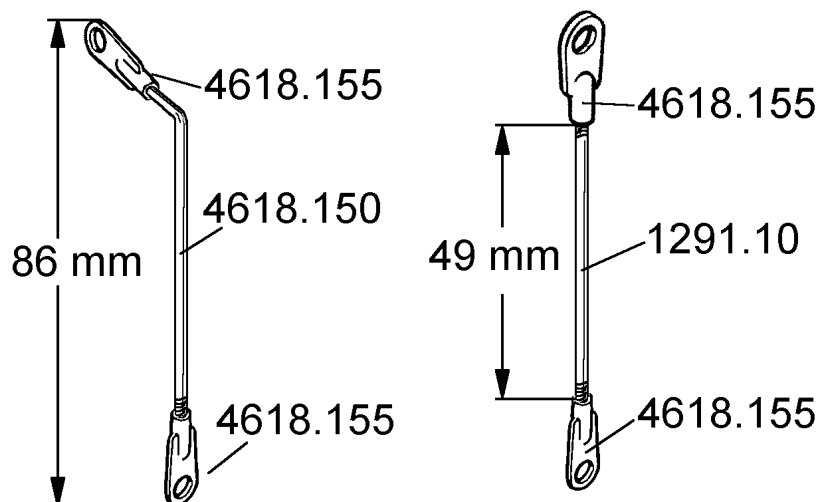
Remove the temporary screws from the top section of the rocker, and fix the rotor brake plate 1289 to the rocker using four M2 x 16 screws.

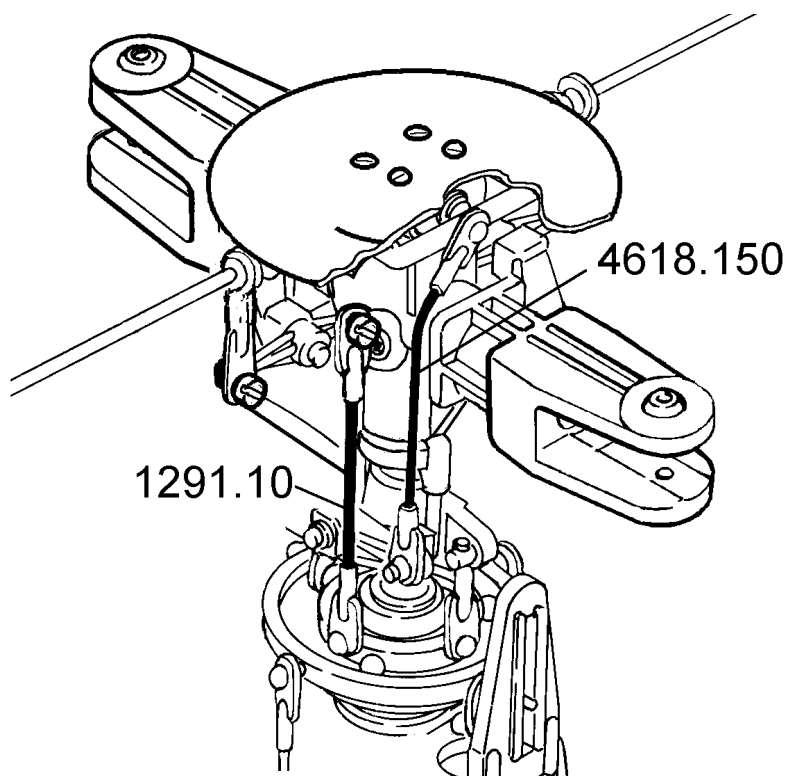
Apply thread-lock fluid to the two guide pins 4450.44 for the collective pitch compensator, and press them into the rotor head centre piece.

2.4 Installing the main rotor head (bag U2-10E)

Place the main rotor head on the main rotor shaft, and line up the hole in the rotor head with the upper cross-hole in the main rotor shaft. Insert the special screw 4448.87 and tighten it to secure the rotor head. The pushrods 4618.150 and 1291.10 are made up and installed as shown in the drawing.

Make up two straight and two angled pushrods as shown in the drawing.





The pushrods 4618.150 now have to be adjusted to obtain the maximum possible collective pitch range. This is the procedure:

Slide the swashplate up as far as it will go (you may have to disconnect the ball-links on the outer ring to make this possible). The swashplate should then rest exactly against the collective pitch compensator when the compensator itself rests against the underside of the main rotor head. If this is not the case, you must adjust the angled pushrods 4618.150 as follows:

- The swashplate contacts the collective pitch compensator, but there is a gap between the collective pitch compensator and the rotor head there: → shorten both pushrods.
- The collective pitch compensator contacts the rotor head, but there is a gap between the swashplate and the collective pitch compensator: → lengthen both pushrods.

Note that it is essential to adjust both pushrods by the same amount, i.e. they must remain the same length.

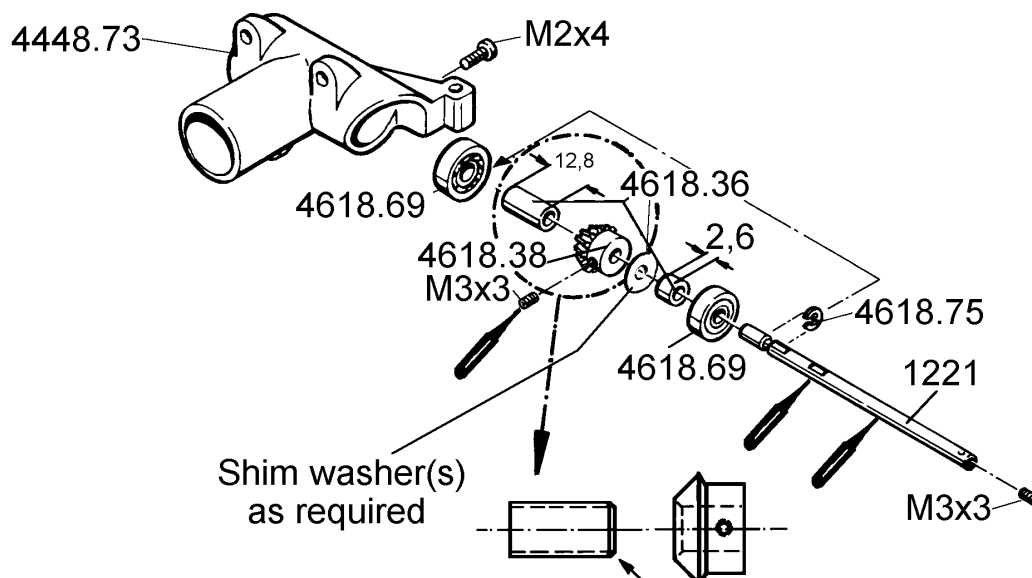
The final step is to carry out the fine adjustment of the auxiliary rotor, to ensure that the Hiller paddles are exactly parallel to the swashplate when the swashplate is set horizontal. If you need to make adjustments here, rotate the pushrods 4618.150 in opposite directions by the same amount; don't adjust only one pushrod!

The pitch range of the rotor blades depends amongst other things on the position of the linkage balls to which the double ball-links (between the flybar and the mixer levers on the blade holders) are fitted: fitting the balls in the inner holes sets the standard range, but fitting them in the outer holes expands the collective pitch range by about 4.5°.

When you are setting up the collective pitch travels ensure that the two guide pins in the main rotor head still engage securely in the collective pitch compensator at the minimum collective pitch position (lowest position of the swashplate), otherwise the model may become uncontrollable in flight.

3. Assembling the tail rotor gearbox (bag J2-2, J2-2A)

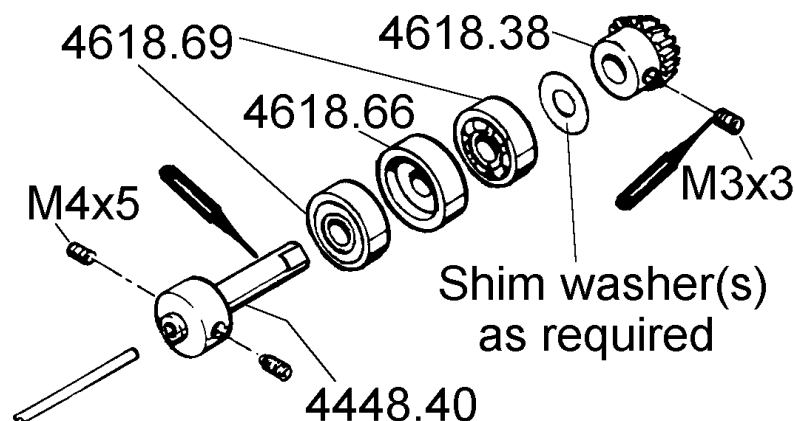
Press the retaining circlip 4618.75 into the shaft 1221. Fit the long spacer sleeve 4618.36 (chamfer facing the bevel gear) and the bevel gear 4618.38 on the shaft and press them against the circlip. Apply thread-lock fluid to the threaded holes in the bevel gear then fit and tighten the M3 x 3 grub screws fully. Note that one of the two grub screws must engage squarely on the machined flat in the tail rotor shaft. Take care not to over-tighten the grub screws, other-wise it is possible for the bevel gear to be forced out of shape; the gears would then fail to work smoothly. Apply thread-lock fluid to the short spacer sleeve and the bearings 4618.69 and fit them on the shaft, pushing them hard up against the bevel gear. Slide this assembly into the gearbox housing 4618.73 as far as it will go and secure it with the M2 x 4 retaining screw. Check that there is no axial play in the shaft; if necessary fit 5/10x0,1 shim washers. Ensure that the bearings are not under strain.



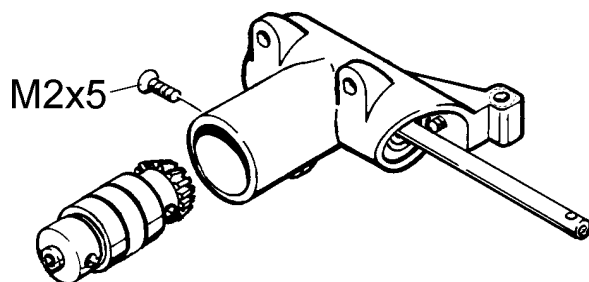
Fit the ballraces 4618.69 and the spacer 4618.66 on the tail rotor input shaft 4448.40 as shown in the illustration. Apply bearing retainer fluid, Order No. 951, before fitting the bearings.

The bearings must not be under stress; if necessary tap on them using a screwdriver handle or similar, so that they automatically seat correctly on the shaft. Allow the bearing retainer fluid to dry.

Fit a 5/10x0.1shim washer and a bevel gear 4618.38 on the tail rotor input shaft 4448.40 as shown in the illustration without using bearing retainer fluid at this stage. Fit and tighten the M3 x 3 grub screws in the bevel gear. Note that one of the two grub screws must engage squarely on the machined flat in the tail rotor input shaft.



Now fit the prepared drive shaft assembly into the tail rotor housing, and line up the hole in the spacer 4618.66 with the hole in the tail rotor housing, then secure it with an M2 x 5 countersunk screw.



Fit a steel rod (screwdriver blade or similar) through the threaded holes in the coupling 4448.40. Using the rod as a handle, pull hard on the coupling (against the countersunk screw joint), so that the tail rotor drive assembly seats itself in the housing with maximum possible gear meshing clearance between the bevel gears, as if under maximum load. Now check that the tail rotor gearbox runs smoothly, with just detectable meshing clearance in the bevel gears.

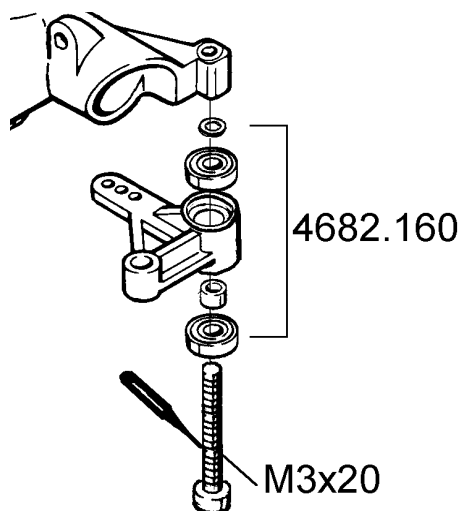
If the play in the gears is too slight, i.e. the gears are stiff to move, you will need to remove the drive assembly again and remove the shim washer under the bevel gear. If, however, there is too much play in the gear meshing insert additional shim washers. If you work carefully, making small adjustments, it is possible to set up the bevel gears so that they work freely but **without** backlash. Reinstall the unit, repeat the pulling procedure as described above, and you should find that the gear meshing clearance is correct.

Note: if you still cannot set the gear meshing clearance to your satisfaction, the problem may be that the bevel gear on the tail rotor shaft is located too far outward due to manufacturing tolerances, and is not engaging correctly with the bevel gear on the input shaft. If this is the case, you will find that the tips of the teeth of the bevel gear on the input shaft are already fouling the long spacer sleeve, and yet there is backlash in the meshing clearance. In this case you must shorten the long spacer sleeve and compensate this by fitting shim washers between the short spacer and the ballrace 4618.69, until the desired slight meshing clearance is present.

Now remove both assemblies again, apply bearing retainer fluid, Order No. 951, to the bearings, the setscrews, and the bevel gear on the input shaft, re-fit them on the tail rotor shaft and the input shaft, and assemble the parts permanently.

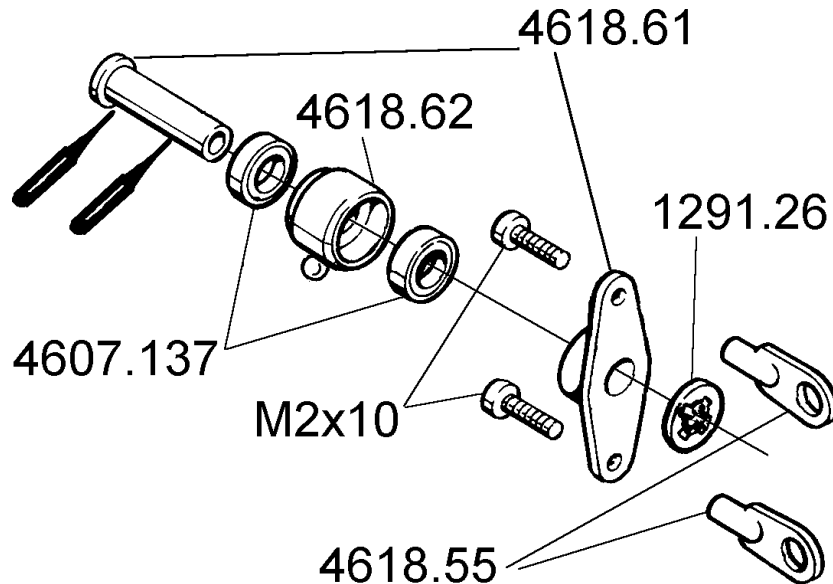
4. Installing the bellcrank and control bridge (bag U2-11B)

Press the ballraces into the tail rotor bellcrank 4682.160, not forgetting the spacer sleeve, and fit the M3 x 22 socket cap screw through the bellcrank. Fit the spacer washer on the screw as shown.



Fit the screw, with the bellcrank mounted on it, into the shoulder of the tail rotor housing and screw it in by a few turns, but do not tighten it at this stage since the control bridge must first be fitted as described in the next section.

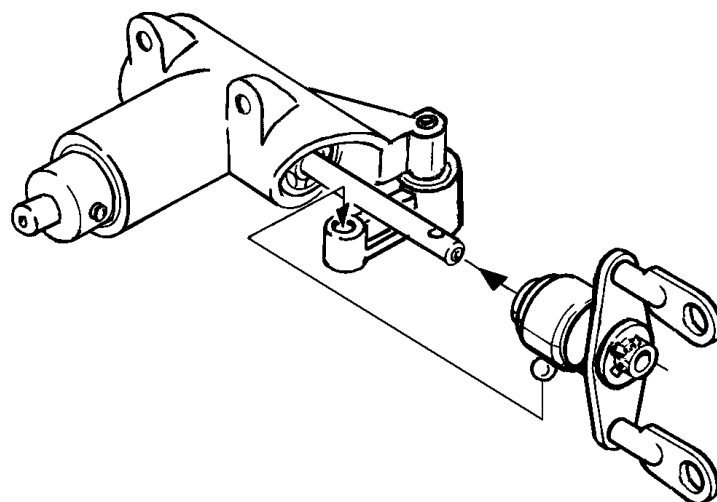
Press the ballrace 4607.137 into the control ring 4618.62 as far as it will go. Apply a little thread-lock fluid to the assembly (don't let it run between the control ring and the control sleeve!) and push it onto the control sleeve (from 4618.61) until the inner ring of the ballrace rests against the flange of the sleeve.



Attach the two ball-links 4618.55 to the control bridge (from 4618.61), then slide it onto the control sleeve and press it against the inner ring of the other ballrace. Press the shakeproof washer 1291.26 onto the control sleeve and up against the control bridge.

Now check that the control ring can revolve freely on the control bridge, but without any hint of axial play. If the ring is stiff to move, then there is probably tension between the two bearings. This can usually be eliminated by tapping them with the handle of a screwdriver.

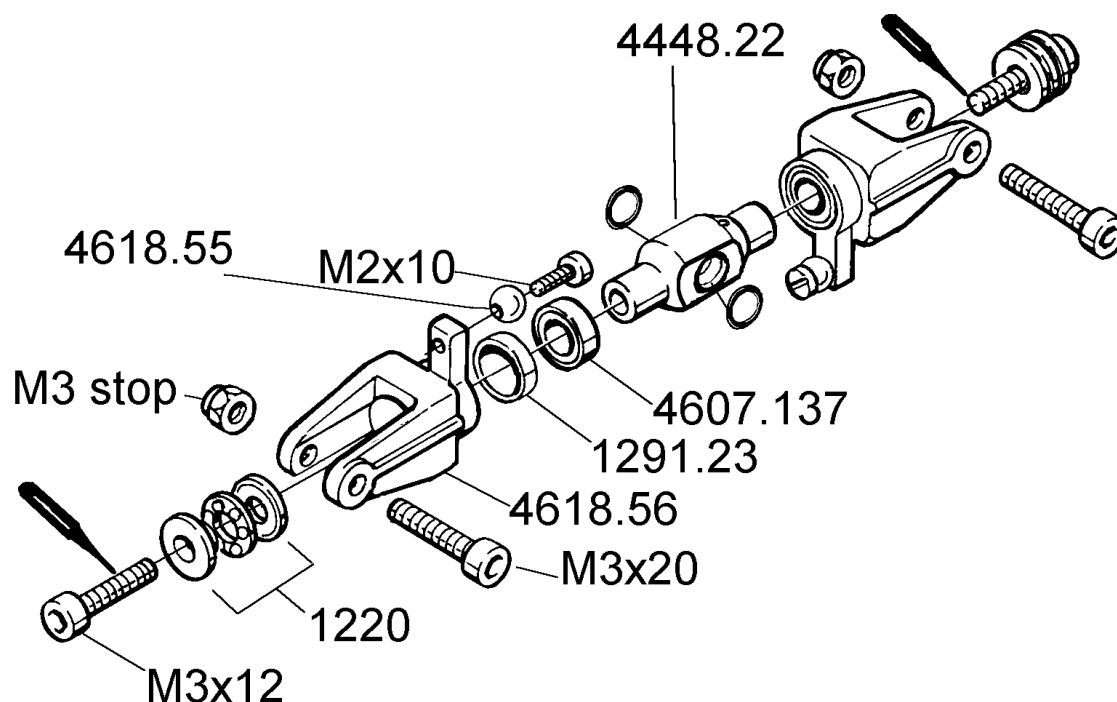
Fit the control bridge on the tail rotor shaft, then press the bellcrank over the ball on the control ring, and tighten the M3 x 20 screw.



5. Assembling the tail rotor head (bag UM-11C)

Assemble the tail rotor head as shown in the drawing, not forgetting to grease all the bearings. Apply some bearing lock fluid to the Screws M3x12 and tighten them only so far that the bladeholders still rotate smoothly.

Take care not to allow the bearing lock fluid to get into the bearings!

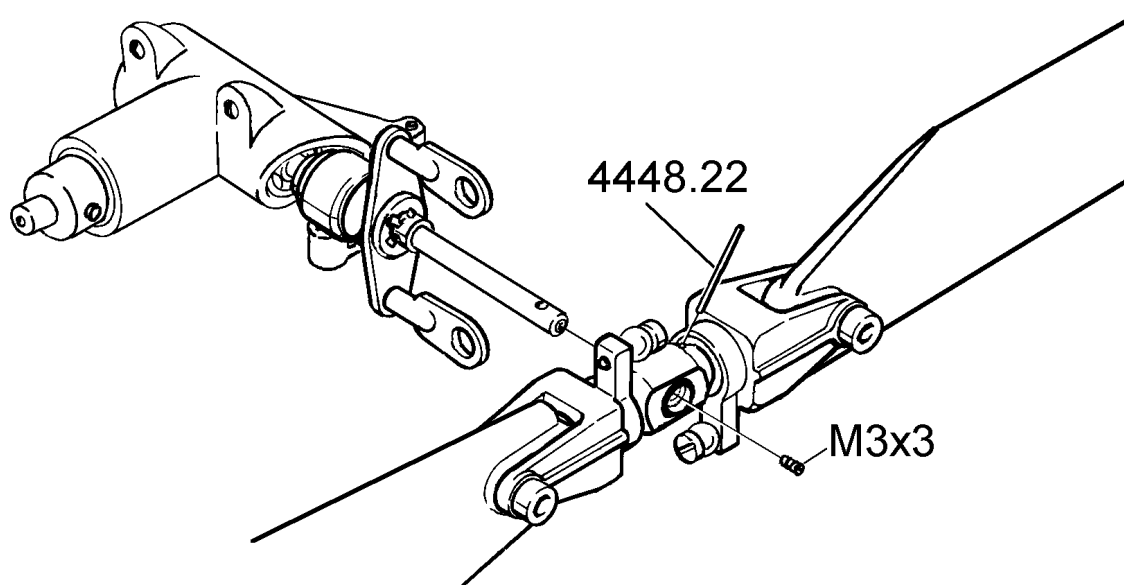


Press the two O-rings into the hub 4448.22 so that they are located fully in the recesses. Oil the O-rings, and slide the tail rotor head onto the tail rotor shaft. The cross-hole in the shaft must line up with the hole in the hub; the pin 4448.22 can then be pushed through to secure the parts. The pin in turn is retained by the M3 x 3 grub screw.

Note the orientation of the hub (see illustration).

Fit the tail rotor blades in the blade holders using the M3 x 20 screws. Tighten them to the point where they can swivel quite easily, so that they find their optimum position automatically when the system is operating.

Note the orientation of the tail rotor blades: when viewed from the left-hand side, the tail rotor spins clockwise („bottom blade forward“), and the blade pitch arms on the blade holders must be in front of the blades.



6. Installing the radio control system

6.1 Installing the receiving system components

It is essential to keep strictly to our recommendations when installing the electronic components, as this ensures that the model will be as safe and reliable as it possibly can be.

The turbine is controlled by a micro-controller, i.e. a small computer, with its own power supply and a data bus between ECU, turbine interface and GSU connection board. By their nature, all systems of this type generate high-frequency interference, and it is therefore important to separate the system physically from the receiver components by the greatest possible distance, and also to avoid cables associated with one system running parallel to or crossing over cables associated with the other.

6.2 Power supply

The receiving system is powered by a four-cell 4.8 V NC battery of at least 2 Ah capacity. Two switch harnesses (Order No. 3050) are installed in parallel: remove the G2 plugs, solder their cables together, and extend them to reach the battery using high-flex cable of at least 2.5 mm² cross-section. The battery is connected by means of G2 gold-contact plugs soldered to the cable. Power now flows to the receiver via two switches and four supply leads; the built-in redundancy and extra cable gives a high level of operational security.

Keep the battery lead to the turbine to the absolute minimum length. Fit it with a charge socket and run it to the ECU, which should be installed as far from the receiver as possible.

6.3 Receiver, gyro system

The receiver and gyro system must be installed as far from the ECU as possible; connect the receiver to the gyro electronics, pack them in foam and fix them to the bottom of the fuselage using double-sided tape. Install the gyro system sensor in front of them.

6.4 Servo extension leads

Extension leads will be required to connect the servos installed in the mechanics (swashplate, rotor brake) to the receiver. The leads should be bundled together to form a wiring loom, so that they can remain plugged into the receiver if the connection to the mechanics has to be separated.

6.5 Receiver aerial

The receiver aerial should be installed as described in the fuselage building instructions. The basic rule is that the aerial should be deployed in a plastic sleeve (Order No. 3593), as far away as possible from any mechanical components which could generate "noise" interference. It should curve round to form an efficient receiving plane.

6.6 Turbine control electronics (ECU)

The ECU must be installed as far from the receiver as possible, as already mentioned, with the battery socket facing forward.

Install the LED/connection board with the LEDs facing out, e.g. through a window, so that they can be observed from outside. It should be easily accessible for connecting the GSU.

Pre-assembled wiring looms are supplied with the mechanics. These are used to connect the ECU to the turbine and the LED/connection board:

- One wiring loom (approx. 50 cm long) connects the ECU to the cut-off valves for gas and fuel, and to the fuel pump. These connections are grouped together in an interface box on the side of the mechanics, located above the pump / valve platform, and terminate in a multi-way plug. At the other end are the connections on both sides of the ECU, appropriately labelled. It is very important to ensure that all the individual plugs are connected the right way round (correct polarity). These connections remain in place even if the main mechanical system is removed; the system is disconnected by withdrawing the (red) multi-way plug from the interface box.
- A three-core lead (approx. 30 cm long) fitted with (green) multi-way plugs connects the glowplug and starter motor sockets on the ECU to the bottom interface box.
- A black lead fitted with RJ45 ("Western") plugs (approx. 30 cm long) connects the ECU to the turbine speed and temperature sensors via a plug-in connection in the bottom interface box.
- A cable of the same type connects the ECU to the LED/connection board.

The remaining cable, which is around 1 m long, is used to connect the GSU to the LED/connection board when required.

6.7 Additional measures

As a fundamental rule it is essential that all parts, including cables and connectors, are securely fixed, and that there are no loose parts in the fuselage which the turbine could ingest when running.

Additional measures can be taken in an effort to achieve an enhanced level of safety, i.e. to minimise the risk of fire inside the fuselage, and even if a fire should occur, to maintain control of the model and limit the damage.

- The gas hoses can be sleeved in spiral silicone tubing which you can make yourself from suitable fuel tubing or exhaust hose. If a flame should occur momentarily in the fuselage, this could prevent it burning through the hose and igniting the gas.
- As far as possible, all cables should be deployed along the bottom of the fuselage, and should also be protected with spiral silicone tubing to guard against catching fire.
- All **essential** servo leads (swashplate) should be bundled together to form a loom, which can then be protected from fire with spiral silicone hose.
- All **non-essential** servo leads (retracts, lighting system etc.) can be bundled together to form looms, again protected with spiral silicone hose. It is also worthwhile fitting a fuse (approx. 3...6A) in the power supply; this will prevent a short-circuit caused by a cable fire disabling the entire receiving system.
- Especially in Summer you must ensure that inflammable gases do not collect inside the fuselage when the model is in storage. Regularly vent the fuselage to prevent this happening.
- Check the liquid gas system regularly for leaks; even after several days a filled gas tank should still be full.
- Lubricate the gas filler valve occasionally with a little silicone oil. The rubber gasket tends to turn brittle after contact with liquid gas, and it will then leak. We recommend installing the valve externally, so that gas will not collect inside the fuselage (the gas used is heavier than air) even if the filler valve should develop a leak.

7. Main rotor blades

The main rotor head is of the link-less type, i.e. it has no flapping links, and this means that the main rotor blades must flex in order to absorb the flapping motion. The rotor blades designed for this mechanical system are therefore capable of bending, but are extremely stiff in torsion; this is necessary for smooth, efficient running.

The hot turbine exhaust gas inevitably flows through the main rotor to a greater or lesser extent, depending on the design of the helicopter. This causes no problems when the rotor is spinning, even if the exhaust is blown out directly upwards as is the case with the NH 90. However, it is essential to ensure that no rotor blade is located above the exhaust outlet when the rotor is stationary, because the heat will damage it. This applies in particular when starting the turbine, but also when stopping in the middle of a series of short flights, for example when checking blade tracking. You can avoid this problem after a flight by stopping the turbine before the main rotor is allowed to come to rest.

If you wish to use rotor blades other than those recommended, you must ensure that they exhibit the same bending characteristics and the same torsional stiffness, otherwise there is a serious risk of overloading the mechanical system, possibly leading to failure of parts of the rotor head.

You must not use main or tail rotor blades made of metal.

8. Installing the mechanics in the fuselage

The mechanical system is designed to be installed in a fuselage which must be obtained separately; the method of installation is described in the building instructions supplied with the fuselage.

9. Setting up

9.1 Swashplate linkage

The first procedure is to adjust the four-servo swashplate linkage:

- First set the servos to centre by switching on the radio system with the collective pitch stick at centre. Fit the output arms correctly on the servos, and fine-tune the settings using your transmitter's servo centre adjustment facility if required.
- At the centre position of the servos the output arms on the roll / collective pitch servos should be exactly vertical, while the bellcrank arms connected to the pushrods running to the swashplate must be exactly horizontal. This has to be set by adjusting the four vertical pushrods. First disconnect one pushrod from the swashplate, then set the swashplate horizontal by adjusting the remaining three pushrods. Now adjust the length of the fourth (disconnected) pushrod so that it can be re-connected to the swashplate without exerting any force at all on the servo.
- The direction of servo rotation, and therefore the working "sense" of the components in the swashplate mixer (pitch-axis, roll, collective pitch) must now be set correctly; for this set-up process it is again useful temporarily to disconnect one of the pushrods running to the swashplate:

When you increase collective pitch, all the pushrods should move upward, thereby moving the swashplate in the axial direction. If one of the servos rotates in the wrong direction, correct it using the **servo reverse** facility on your transmitter.

When you apply forward cyclic, i.e. a pitch-axis command in the forward direction, the swashplate should tilt forward; if it tilts to the rear, you need to reverse the **pitch-axis function in the swashplate mixer**.

When you apply a right-roll command, the swashplate should tilt to the right. If it inclines to the left, you must reverse the **roll function in the swashplate mixer**.

9.2 Setting up the cyclic control system

The basic settings of the roll and pitch-axis control systems should already be correct if you have fitted the pushrods exactly as described in these instructions. The pushrod linkage points on the servo output arms are pre-defined, so any servo travel adjustment required must be carried out via the transmitter's electronic adjustment facilities. Please note that servo travel must not be set at too high a value; the swashplate must not foul the main rotor head when the roll and pitch-axis stick is at its end-points, as this would mean that smooth collective pitch control would no longer be possible, since the swashplate could not move any further along the shaft.

9.3 Main rotor collective pitch settings

The collective pitch values are measured using a rotor blade pitch gauge (not included in the kit). The following table shows good starting points; the optimum values may vary according to the rotor blades you are using and the model itself.

	Minimum	Hovering point	Maximum
Hover	+1 °	9...10 °	18 °
Cruise	+1 °	8...9 °	18 °
Auto-rotation	+1 °	10 °	18 °

The collective pitch settings are adjusted at the transmitter. This is the procedure:

1. Measure the setting for hovering collective pitch and set it correctly.
2. Measure collective pitch maximum and minimum, and adjust the values using the collective pitch adjustment facility on your transmitter.

9.4 Power control

The turbine power is controlled automatically by the governor system of the turbine; by the transmitter you only select the desired main rotor speed in a range between 1150 ... 1260 Upm. All the turbine control functions are executed by a single channel which is controlled by a slider if things shall be kept simple:

- | | |
|----------------|-------------------------|
| • OFF | bottom end |
| • Standby | mid position |
| • Start | top end |
| • Leerlauf | mid position again |
| • Solldrehzahl | mid position ... to end |
| • Auto-OFF | bottom end |

The programming features of today's radios, e.g. mc-22 or mc-24, however, allow to make the turbine control a lot more comfortable:

- Switch from OFF to STANDBY by the throttle limiter.
- System rpm is controlled by a separate slider between idle (bottom end) and flight phases dependant operational rpm (top end).
- The starting procedure is triggered by a separate momentary switch.
- Turbine shut off and cooling down is activated by shutting the throttle limiter.

A programming example for the mc-24 radio of this layout is given as follows:

1. In „helimixer“ menu set the end points of the throttle curve to „0“ to make the curve a horizontal strait through the zero point.
2. In „stick setup“ menu switch off the trim of the throttle/collective pitch stick.
3. In the „controls“ menu assign the control for the throttle limiter (slider or 3-pos.-switch).
4. In the „controls“ menu assign the slider for the rotational speed setting to the „throttle“ port (6), reduce the throw to +50% symmetrical, shift up the center position to +50%, and give it 5 seconds slow down time in both directions.
5. Assign the momentary switch (turbine start) to the input of a free mixer; ist output is assigned to „6“ (throttle). Setup the mixer gain asymmetrical to -100% (switch activated) and 0% (switch released).

If you like to have different operational rpm depending on the flight phases you can adjust this in the „controls“ menu by changing the throw for the rpm-slider's top end (port 6) serarately for each flight phases.

9.5 Further setup

1. Servo direction

Set the „sense“ (direction of rotation) of all servos as stated in the instructions. Check the throttle servo in particular!

2. Dual Rates

You can set switchable travels for roll, pitch-axis and tail rotor. As a starting point we recommend 100% and 75% as the two settings.

3. Exponential

For the basic set-up you should leave all control systems set to „linear“.

4. Servo travel centre offset

Do not make any adjustments to this point. At a later stage you may wish to make minor corrections here.

5. Servo travel adjustment

This is where you can adjust the maximum servo travel. Note that the travels should always be the same on either side of neutral, otherwise you will end up with unwanted differential effects:

For the swashplate servos (collective pitch function) it is important to check that servo travels

are symmetrical, i.e. with the same values for both directions. The collective pitch function of the swashplate servos should produce a range of blade pitch angles covering $+1^\circ$ to $+18^\circ$ with symmetrical travels.

The mechanics should now be set up virtually perfectly. When the collective stick is at centre (hover point), collective pitch should be about 9.5° .

Note: The collective pitch curve can be adjusted later to meet your exact personal requirements. However, if you have already set differential travels in the basic set-up procedure any fine adjustments required subsequently will be much more difficult to get right!

6. Static torque compensation

The tail rotor servo is coupled to the collective pitch function via a mixer in the transmitter in order to compensate for torque changes when you operate the collective pitch control. On most transmitters the mixer input can be set separately for climb and descent. Recommended values for the basic settings are: climb: 35%, descent: 15%.

7. Gyro adjustment

Gyro systems damp out unwanted rotational movements around the vertical (yaw) axis of the model helicopter. They do this by detecting the unwanted motion and injecting a compensatory signal into the tail rotor control system, and in order to achieve this effect the gyro electronics are connected between the tail rotor servo and the receiver. Some gyro systems also allow you to set two different values for gyro effect (gain), and switch between them from the transmitter via a supplementary channel. Some gyros even offer proportional control of the gain setting. The extra channel is controlled via a proportional slider or rotary knob, or a switch, depending on the gyro system.

Check that the direction of the gyro's compensatory action is correct, i.e. that it responds to a movement of the tail boom with a tail rotor response in the opposite direction. If this is not the case, any yaw movement of the model would be amplified by the gyro! Most gyro systems are fitted with a change-over switch which reverses their direction, and this must then be moved to the appropriate position.. However, some systems have no such switch, and in this case the solution is to mount the gyro inverted.

One factor which all gyro systems have in common is that flight testing is necessary in order to establish the optimum settings, as so many different influences affect the settings.

The aim of the gyro adjustment process is to achieve as high a level of gyro stabilisation as possible, without the system causing the tail boom to oscillate.

Notes regarding the use of the Graupner/JR „PIEZO 550“ piezo gyro system in conjunction with a computer radio control system (e.g. mc-12 ... mc-24)

1. Set the servo travel for the tail rotor channel to $\pm 100\%$ at the transmitter.
2. If you have a gyro mixer („Gyro-Control“) which suppresses gyro gain when you operate the tail rotor control, it is essential to disable it permanently.
3. Disconnect the tail rotor pushrod at the tail rotor servo.
4. Operate the tail rotor control at the transmitter; at about $2/3$ of full travel in either direction the servo should stop, even when the stick is moved further (travel limiting).
5. Connect the tail rotor pushrod to the servo in such a way that the tail rotor's mechanical end-points in both directions are the same as the travel set by the travel limiter (servo should be just short of stalling on its mechanical end-stop at this point).
It is essential to make these adjustments mechanically, i.e. by altering the linkage points and pushrod length. Don't try to do it electronically using the transmitter's adjustment facilities!
6. Now correct the tail rotor setting for hovering, i.e. when the collective pitch stick is at centre, using the servo travel centre adjustment facility at the transmitter.
7. Gyro gain can now be adjusted between „0“ and maximum effect via the auxiliary channel only, using a proportional control on the transmitter. If required, maximum gain can be reduced by adjusting the travel of the auxiliary channel or by adjusting the transmitter control. This gives you a useful range of fine adjustment for tailoring gyro response to your requirements.
8. If you find that the tail rotor control system is too responsive for your tastes, adjust it using the exponential control facility; on no account reduce servo travel, as it must be left at $\pm 100\%$!

10. Pre-flight checks

When you have completed the model, run through the final checks listed below before carrying out the helicopter's first flight:

- Study the manual once more, and ensure that all the steps of assembly have been carried out correctly.
- Check that all the screws in the ball-links and brackets are tightened fully after you have adjusted gear meshing clearance.
- Can all the servos move freely, without mechanical obstruction at any point? Do they all rotate in the correct direction? Are the servo output arm retaining screws in place and tight?
- Check the direction of effect of the gyro system.
- Ensure that the transmitter and receiver batteries are fully charged. We recommend using a voltage monitor module (e.g. Order No. 3157) to check the state of the receiver battery when you are at the flying field.

Don't attempt to start the turbine and fly the helicopter until you have successfully checked everything as described above.

Bear in mind that the running qualities of your turbine will vary widely according to the height of your flying site above sea level and atmospheric conditions.

Maintenance

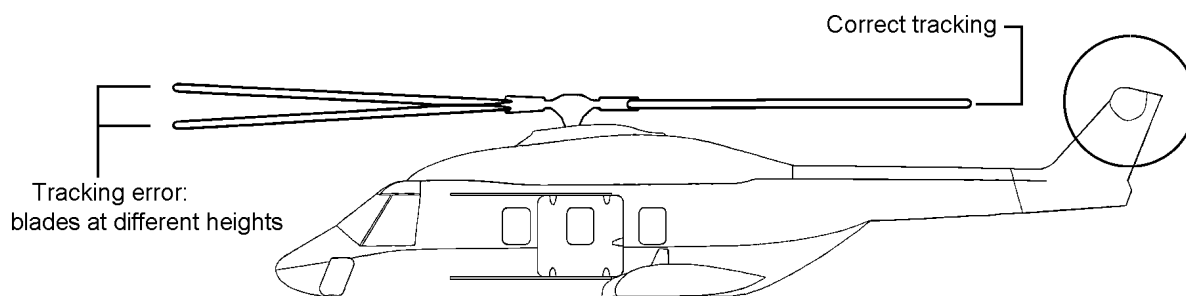
Helicopters, whether large or small, place considerable demands on maintenance. Whenever you notice vibration in your model, take immediate steps to reduce or eliminate it. Rotating parts, important screwed joints, control linkages and linkage junctions should be checked before every flight. If repairs become necessary, be sure to use original replacement parts exclusively. Never attempt to repair damaged rotor blades; replace them with new ones.

11. Adjustments during the first flight

11.1 Blade tracking

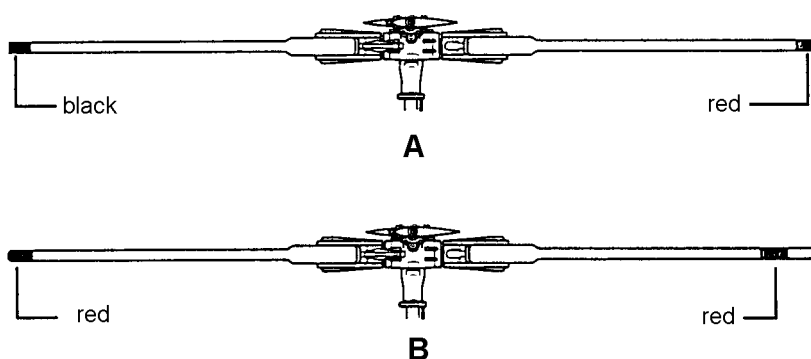
„Blade tracking" refers to the height of the two rotor blades when they are spinning. The adjustment procedure aims at fine-tuning the pitch of the main rotor blades to exactly the same value, so that the blades rotate at the same level.

Incorrectly set blade tracking, with the blades revolving at different heights, will cause the helicopter to vibrate badly in flight.



When you are adjusting blade tracking you are exactly in the „firing line" of the blades. In the interests of safety you should keep at least 5 metres away from the model when you are doing this.

You can only check blade tracking if you are able to see clearly which blade is higher and which is lower. The best method is to mark the blades with coloured tape as follows:



There are two alternative methods: figure „A" shows the use of different colours on the blade tips; fig. „B" shows the use of the same colour, but applied at different distances from the blade tips.

Procedure for adjusting blade tracking

1. Set the helicopter to the point where it is almost lifting off, then sight directly along the rotor plane.
2. If you can see clearly that the rotor blades are running in the same plane, no adjustment is required; however, if one blade is running higher than the other, the settings must be corrected.
3. Locate the pushrods between the swashplate and the mixer levers (4618.150); the adjustment is made at the ball-links on both ends of these pushrods: unscrew the links to raise the blade, screw them in to lower it.

When adjusting the pushrods while the turbine is running (idle) take good care not to position one of the blades above the turbine exhaust outlet!

12. General safety measures

- Take out adequate third-party insurance cover.
- Wherever possible join the local model flying club.

12.1 At the flying site:

- Never fly your model above spectators.
- Do not fly models close to buildings or vehicles.
- Avoid flying over agricultural workers in neighbouring fields.
- Do not fly your model in the vicinity of railway lines, major roads or overhead cables.

12.2 Pre-flight checks, flying safety:

- Before you switch on the transmitter check carefully that no other model flyer is using the same frequency.
- Carry out a range check with your RC system.
- Check that the transmitter and receiver battery are fully charged.
- Keep a CO₂ fire extinguisher to hand at all times.
- Whenever the motor is running take particular care that no item of clothing can get caught on the throttle stick.
- Do not let the model fly out of safe visual range.
- There should always be a safe reserve of fuel in the tank. Never keep flying until the fuel runs out.

12.3 Post-flight checks:

- Clean oil residues and dirt from the model and check that all screws etc. are still tight.
- Look for wear and damage to the helicopter, and replace worn parts in good time.
- Ensure that the electronic components such as battery, receiver, gyro etc. are still securely fixed. Remember that rubber bands deteriorate with age and may fail.
- Check the receiver aerial. Conductor fractures inside the flex are often not visible from the outside.
- If the main rotor should touch the ground when spinning, replace the blades. Internal blade damage may not be visible from the outside.

Operating Instructions

Graupner/Jetcat Modell Helicopter Turbine PHT-3

Warnings and safety notes

Please note that operating the Graupner JetCat PHT3 can be dangerous. The case temperature of the turbine can be up to 500°C (Celsius), and the exhaust gas may even reach 800°C. This is a genuine turbine, and it requires expertise, discipline, and regular servicing and maintenance to preserve your safety and that of other people. If you have little experience in building and operating models of this type, it is vital that you enlist the help and advice of an experienced jet modeller if you are to avoid potentially catastrophic errors; this applies in particular to the jet engine itself, which should only be run when an experienced operator is present. If you have a model flying group or club in your area where training and support are available, we strongly recommend that you become a member. With jet-powered model aircraft any defect or deficiency in construction or operation can result in serious personal injury or even death.

CAUTION!

Before you operate this model aircraft, you must determine the local by-laws and regulations which apply to you, and keep within them. In legal terms our models are classed as aircraft, and as such are subject to statutory regulations and restrictions which must be observed. Our brochure "Luftrecht für Modellflieger" (Aviation Law for Model Flyers) is available under Order No. 8032, and contains a summary of all these rules as defined under German law. Your local model shop should have a copy which you can peruse. Models powered by jet engines require the landowner's permission before flying. Third party insurance is mandatory. There are also Post Office regulations concerning your radio control system, and these must be observed at all times. The rules vary from country to country; please refer to your RC system instructions for more details.

WARNING!

It is your responsibility to protect others from possible injury. Keep a safe distance from residential areas in order to protect people, animals and buildings: at least 1.5 km "as the crow flies". Keep well clear of high-tension overhead cables. Don't fly your model in poor weather, especially when there is low cloud cover or fog. Don't fly the model directly into the sun, as you could easily lose visual contact with it. To avoid collisions, always keep well clear of full-size aircraft, whether manned or unmanned. It is your responsibility to land immediately if a real aircraft approaches.

When operating a Graupner turbine you must keep people and animals a safe distance away from the danger area. This means:

In front of the turbine	4.5 m
To the side of the turbine	7.5 m
Behind the turbine	4.5 m

WARNING!

Operating a model aircraft under the influence of alcohol or drugs is not permissible under any circumstances.

The operator of the model must be in full possession of his or her bodily and mental faculties. This applies both to the operator and any assistants.

WARNING!

This turbine is designed exclusively for model flying, and is not suitable for any other purpose. It must never be used in a machine for carrying people or goods, nor for any other purpose except as a model aircraft power plant. Misuse of this engine may result in serious personal injury or even death.

WARNING!

It is essential not to make any modifications of any kind to the turbine. If you deviate from the instructions, perhaps by using different components or materials, or by making changes to the structural design, you may seriously affect the ability of the engine to function correctly. Please resist the temptation, and operate the turbine exactly as directed.

WARNING!

The turbine may only be operated in strict accordance with the instructions in this manual. These settings are very important, and the recommended values must be observed.

WARNING!

Before you fly the model, carry out a careful check of all the working functions and all the controls. Check the range of the radio control system with the transmitter aerial collapsed. If the check is satisfactory, repeat it with the engine running, while an assistant holds the model securely. Read the instructions supplied with your radio control system, and make sure that you observe the manufacturer's recommendations.

LIABILITY EXCLUSION

As manufacturers, we at Graupner are not in a position to influence the way you build and operate your model and turbine, and we have no control over the methods you use to install, operate and maintain the various components in the model aircraft. For this reason we are obliged to deny all liability for loss, damage or costs which are incurred due to the incompetent or incorrect use and operation of our products, or which are connected with such operation in any way. Unless otherwise prescribed by binding law, the obligation of the Graupner company to pay compensation is excluded, regardless of the legal argument employed. This applies to personal injury, death, damage to buildings, loss of turnover and business, interruption of business or other direct and indirect consequent damages. In all circumstances our total liability is limited to the amount which you actually paid for this turbine and/or the model.

BY OPERATING THIS MODEL YOU ASSUME FULL RESPONSIBILITY FOR YOUR ACTIONS.

It is important to understand that GRAUPNER is unable to monitor whether you keep to the instructions contained in this operating manual regarding the construction, operation and maintenance of the aircraft, the radio control system and turbine. For this reason we at GRAUPNER are unable to guarantee, or provide a contractual agreement with any individual or company, that the model you have made will function correctly and safely. You, as operator of the model, must rely upon your own expertise and judgement in acquiring and operating this turbine and the model aircraft in which it is installed.

Safety notes

- Turbines may damage your hearing; always wear ear protectors when operating these engines!
- This engine must not be operated in a confined space!
- When the turbine is running keep your hands at least 15 cm away from the area of the intake trumpet. The engine develops a very powerful suction force in this area, which is perfectly capable of sucking a hand, finger or other object into the spinning compressor in an instant. Keep this potential hazard in your mind at all times!
- When the jet engine is running, never look, reach or walk into the area of the hot exhaust gas efflux.
- When running the jet engine always ensure that no persons, animals or movable objects are in the plane of rotation of the engine (hazard zone)!!
- It is essential to keep a CO₂ fire extinguisher to hand at all times!!!
- Before you run the engine, remove all loose objects from the area of the intake duct. This applies to cleaning cloths, screws, nuts, cables and any other miscellaneous objects.
- Check in particular before you run the engine for the first time that you have not left any small loose items in the inlet duct, such as waste materials from building the model, odd screws or even sanding dust. Loose parts can very quickly enter the turbine and cause serious damage.
- When installing and working around the turbine in the model, seal the intake and efflux openings of the engine with wide parcel tape or similar, to avoid dust, scrap material and other detritus entering the turbine accidentally.
- Ensure that the fuel you use contains about 5% turbine oil.
Use only special, non-coking fully synthetic oils.
Castrol TTS fully synthetic oil is not suitable, as it is incompatible with turbine fuel!
- Before starting the turbine always ascertain that there is no fuel in the turbine.

Maintenance

A build-up of dust and oil deposits on the compressor nut may cause the starter unit coupling to slip, or fail to engage properly. If this should happen, you can eliminate the problem by cleaning and de-greasing the compressor nut (e.g. using cellulose thinners or similar solvent on a paintbrush). You can check that the starter unit is working properly when the turbine is in the "OFF" state by pressing the "IGNITION" button.

The maintenance interval of the turbine is around 50 hours. When the engine has completed this period of running, it should be sent to the factory for checking, complete with the control electronics. The total run time of the turbine can be read off in the "STATISTIC" menu.

Exhaust gas duct system

The exhaust duct you use must have an internal diameter of at least 70 mm. A larger outlet diameter is even better, as the residual thrust declines in direct proportion to the outlet area. If you use a bifurcated exhaust duct the internal diameter of each pipe must be 55 mm or larger. A larger outlet diameter is even better, as the residual thrust declines in direct proportion to the outlet area.

If the duct is of smaller diameter than stated, the result is higher exhaust gas temperature, and a loss of potential maximum power from the turbine.

The operating components of the turbine

The turbine's operation is completely controlled by an electronic unit known as the **ECU (Engine Control Unit)**. The pilot does not have direct access to the turbine and its auxiliary equipment. The turbine is controlled by the ECU, which responds to the pilot's "wishes" passed to it from the receiver via the transmitter channel; the ECU responds by converting the pilot's commands into appropriate actions. At the same time the ECU monitors certain operational parameters of the turbine, e.g. exhaust gas temperature and rotational speed, and controls the auxiliary units connected to the system accordingly:

- The fuel pump draws fuel from the tanks and feeds it into the turbine; the pump voltage determines the quantity of fuel pumped, which in turn dictates the speed, and therefore power, of the turbine.
- The fuel cut-off valve blocks or releases the fuel flow into the turbine.
- The gas cut-off valve controls the auxiliary gas flow during the starting procedure.
- The glowplug ignites the starting gas in the combustion chamber.
- The starter motor accelerates the turbine from rest until it reaches a rotational speed at which it can run on kerosene, supported by the combustion of the auxiliary gas. The starter motor is also used to cool the turbine after shut-down.
- The turbine's rotational speed is monitored by the speed sensor.
- The exhaust gas temperature is monitored by the temperature sensor.

Operational parameter values are stored in the memory of the ECU; certain values are fixed and invariable; others can be changed by the model flyer. The memory also stores operational data when the engine is running, and this information can be read out and analysed after the flight. An additional unit known as the **GSU (Ground Support Unit)** is supplied as standard; this is a programming / display unit which is used for reading out and adjusting the parameters. The GSU can be connected to an LED circuit board installed in the model in an externally accessible position. An optional PC interface is also available which can be used to transfer detailed supplementary in-flight data to a computer for further analysis.

The ECU is powered by its own 6-cell NC battery which is connected directly to the ECU; it does not require its own switch. The same battery powers the other components of the turbine control system, i.e. the starter motor, fuel pump, gas and fuel valves, LED circuit board and also the GSU, when connected. A circuit in the ECU ensures that its own power supply is switched on when the pilot switches on the receiver to which the ECU is connected. Each flight lasts around 13 minutes, including starting and post-run cooling, and during this time approximately 400 - 550 mAh is drawn from the battery. The fast-charge 1250 mAh NiCd battery supplied therefore lasts no more than two flights before it needs to be recharged. In the interests of safety we actually recommend that you recharge the pack after every flight.

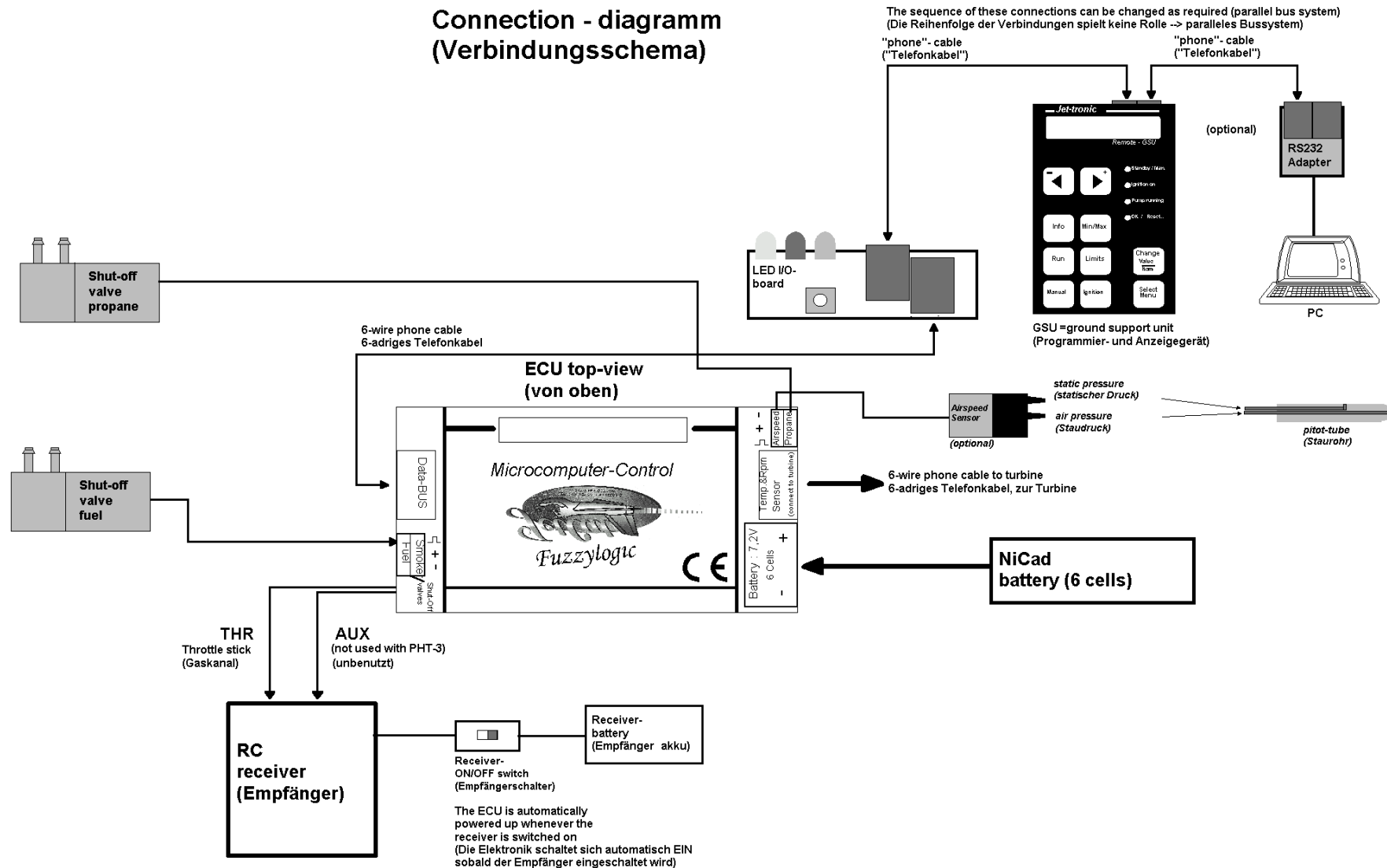
To recharge the power supply battery it must be disconnected from the electronics, as many of the chargers currently on the market send negative pulses to the battery, with the purpose of avoiding gas bubble formation in the cells. These negative voltage pulses would destroy the electronics (ECU).

The battery may only be left connected, and recharged using a Y-lead, if you are absolutely certain that this is not the case with your charger. The electronics must never be connected directly to the charger, i.e. without a battery connected.

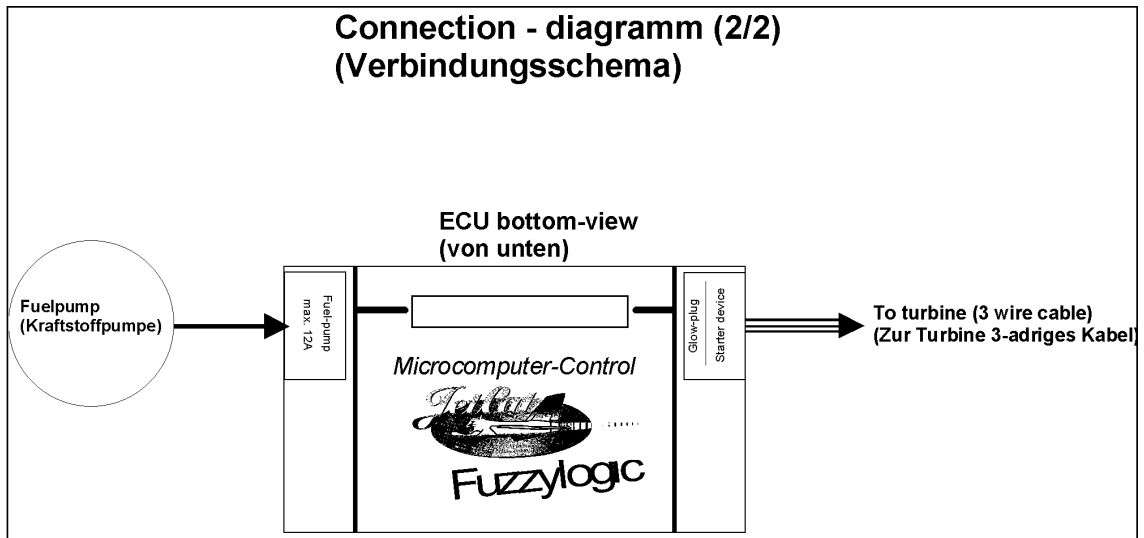
An overview of the electrical wiring of the individual turbine control system components is shown in the diagram on the next page.

Electrical wiring diagram

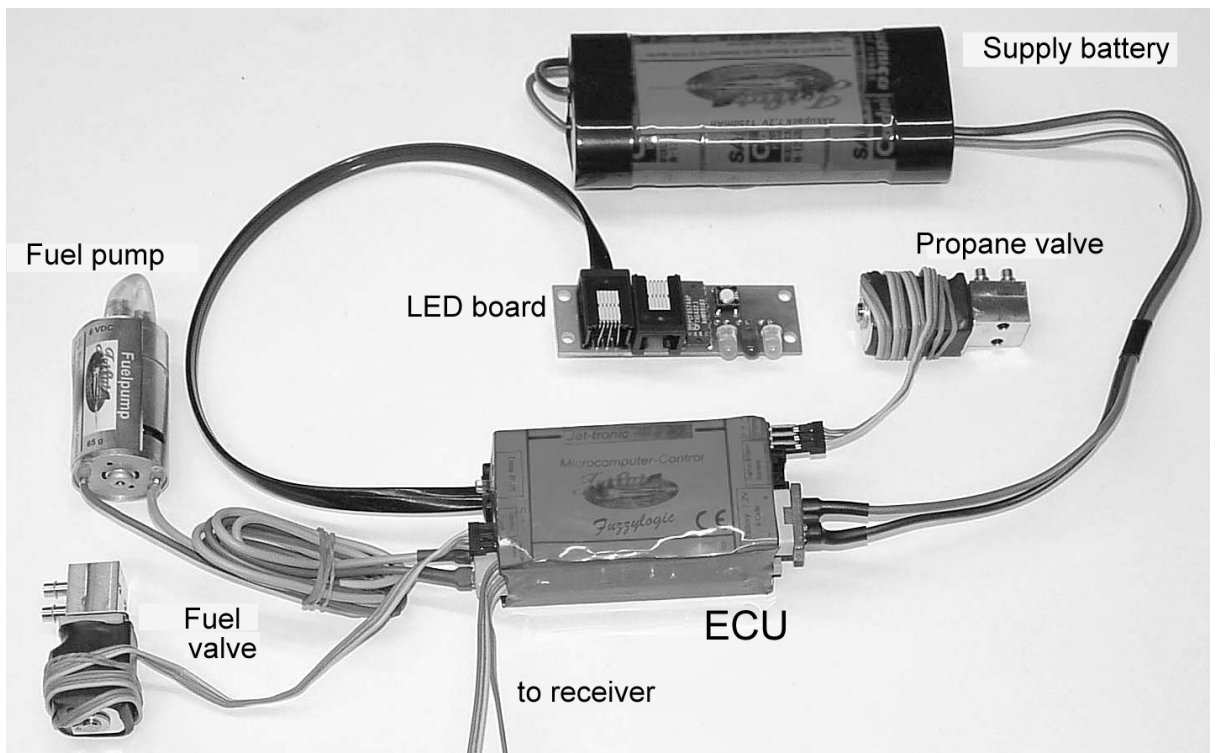
Connection - diagramm (Verbindungsschema)



Wiring diagram fuel pump and starter/glowplug

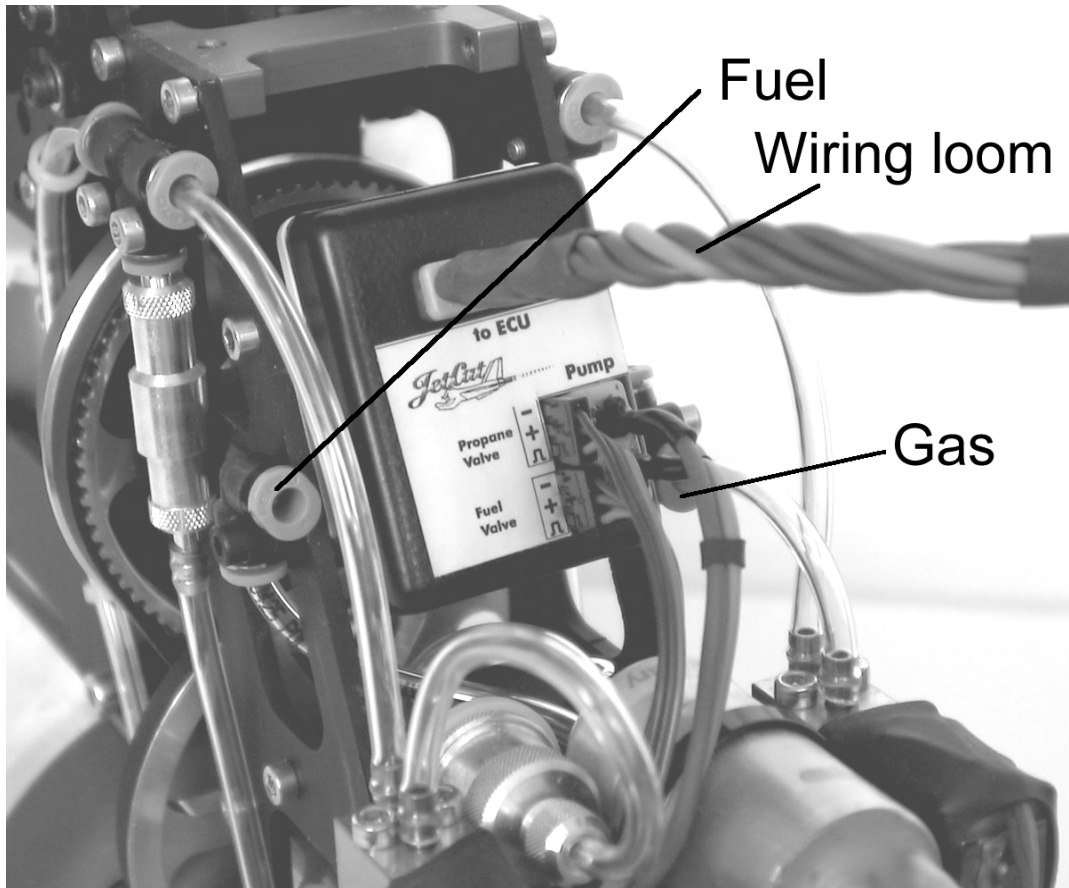


Connections overview of the turbine's operating components

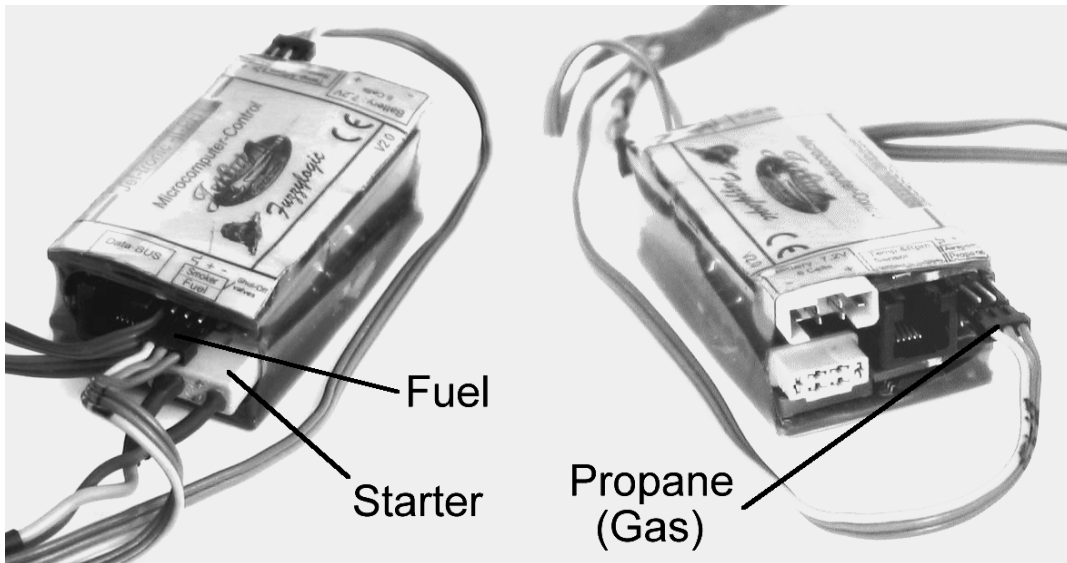


Wiring loom and PHT-3 interface box

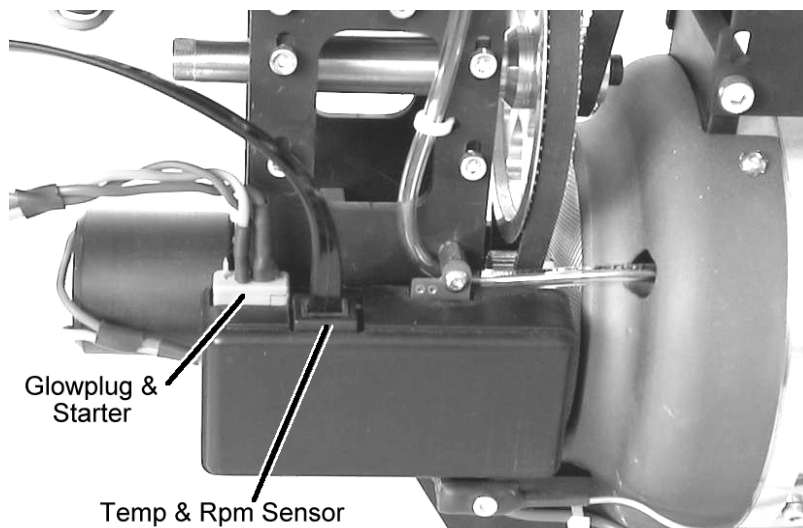
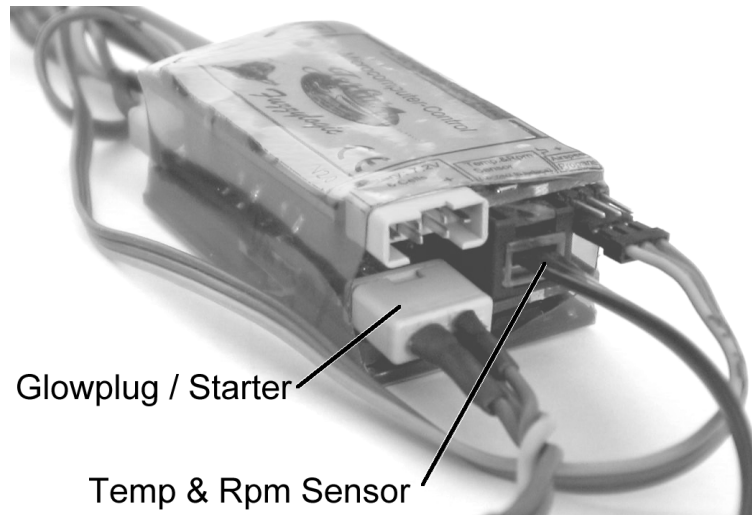
In contrast to the standard wiring diagram shown in the illustration, in the helicopter mechanics the connections for the fuel pump and the magnetic fuel and auxiliary gas valves are routed to an interface box at the top of the mechanics; from here a single wiring loom runs to the ECU, which is connected to the interface box by means of a multi-pin connector. This plug-in connection makes it a simple matter to disconnect the mechanics from the electronic control unit (ECU) installed in the fuselage when removing the mechanics from the fuselage for maintenance work.



The wiring loom must be connected to the ECU as shown in the illustrations. It is important that the flat plugs for the valves are connected to the bottom pin contacts, and with correct polarity: (-) brown, (+) red, (signal) orange.



Connecting glowplug/starter and sensors



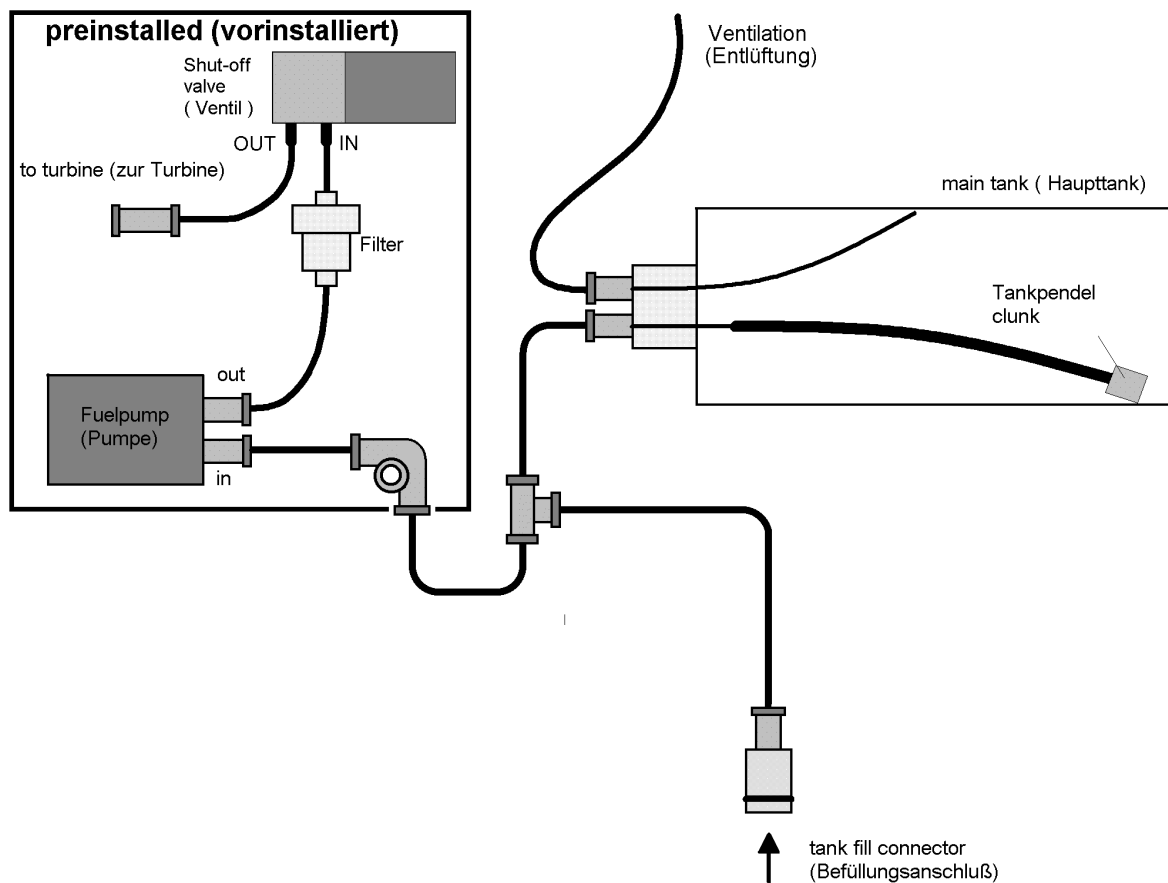
Fuel / fuel supply

Suitable fuels are kerosene or Jet-A1 aviation fuel, to which turbine oil must be added at the rate of 5% by volume.

Approximate formula:

1 litre oil to 20 litres fuel

Special turbine oil should always be used as lubricant, e.g. Aeroshell 500, Order No. 2650, or similar.

Fuel system connection diagram**Connection diagram A**

Connection diagram B

The advantage of this arrangement is that any leaks in the filler system have no effect on the fuel supply to the turbine. Disadvantage: slightly more complex installation.

In general terms we recommend keeping the fuel line as short as possible on the inlet side of the pump (risk of serious build-up of low pressure -> bubble formation due to cavitation). On the pressure (outlet) side of the pump the length of the fuel line is not so critical.

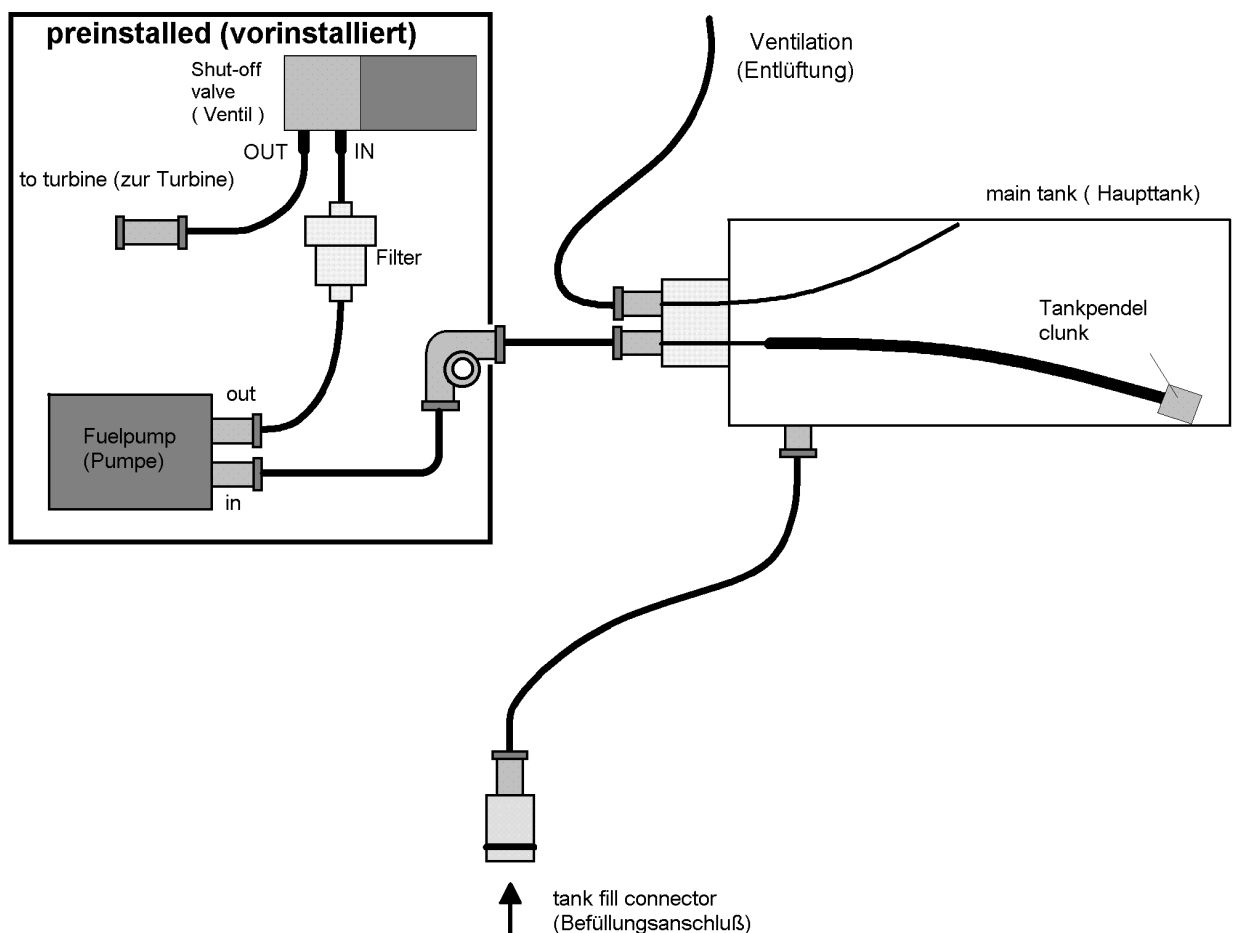


Important:

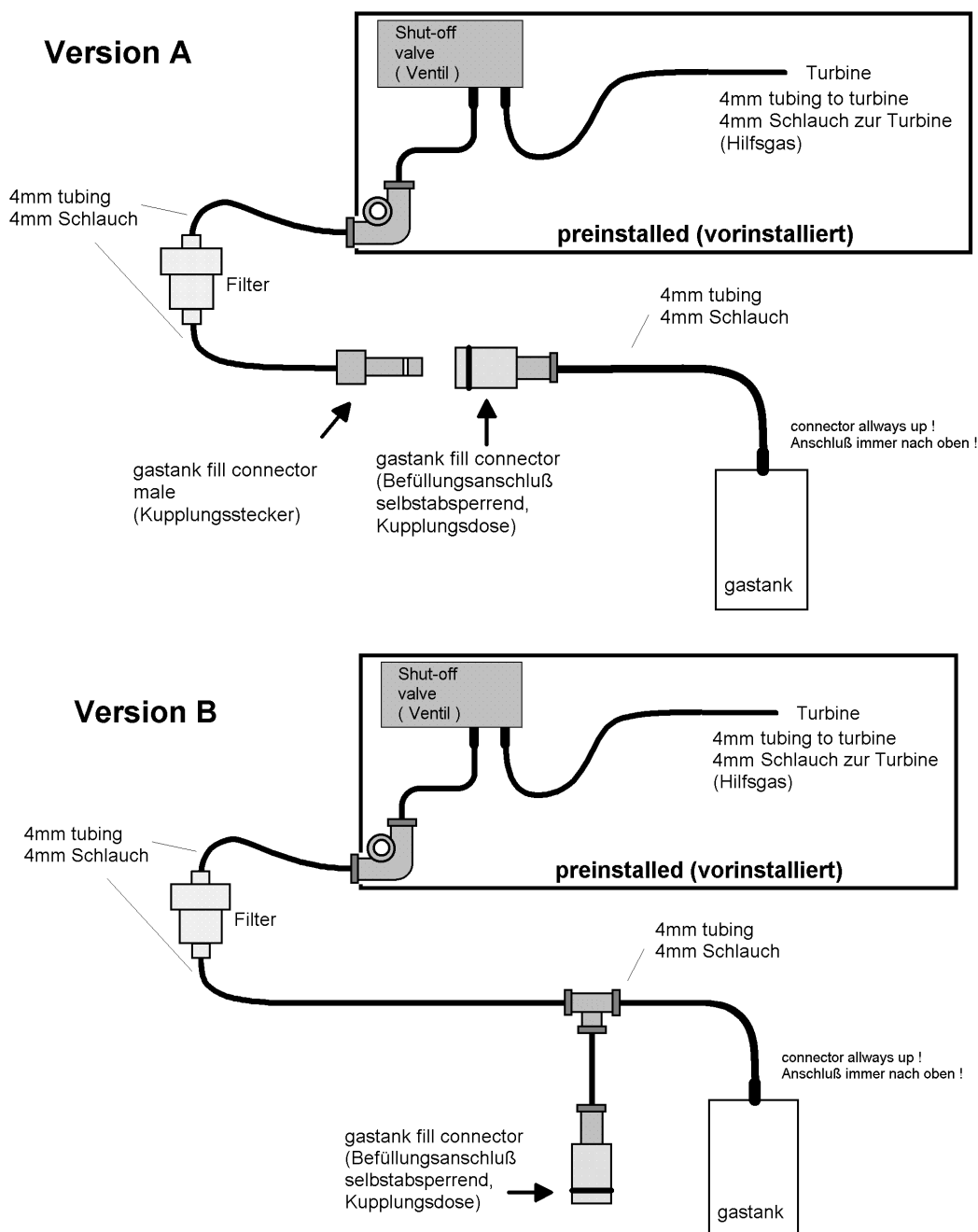
Complete the connections at the fuel shut-off valve as shown in the drawing, i.e. the fuel line from the fuel filter to the valve must face in the direction of the black heat-shrink sleeve (on the valve)!

Tip:

You will find that the fuel lines can be pushed onto the nipples of the fuel valve relatively easily if you heat the end of the tubing slightly beforehand (with a flame or a heat-gun).



Propane gas connection diagram



The nipple on the propane tank must face up (otherwise liquid gas will flow into the gas lines). It is not necessary to vent the propane tank, as experience shows that it fills to about the 2/3 mark even without being vented.

Every time you fill the tank you should apply a little silicone oil (or similar) to the propane filler inlet to lubricate the O-rings of the female filler connector and the propane valve sealing rings, as propane/butane gas has a highly de-greasing effect.

Info: when you switch on the receiving system the propane valve opens briefly for about 0.2 seconds.

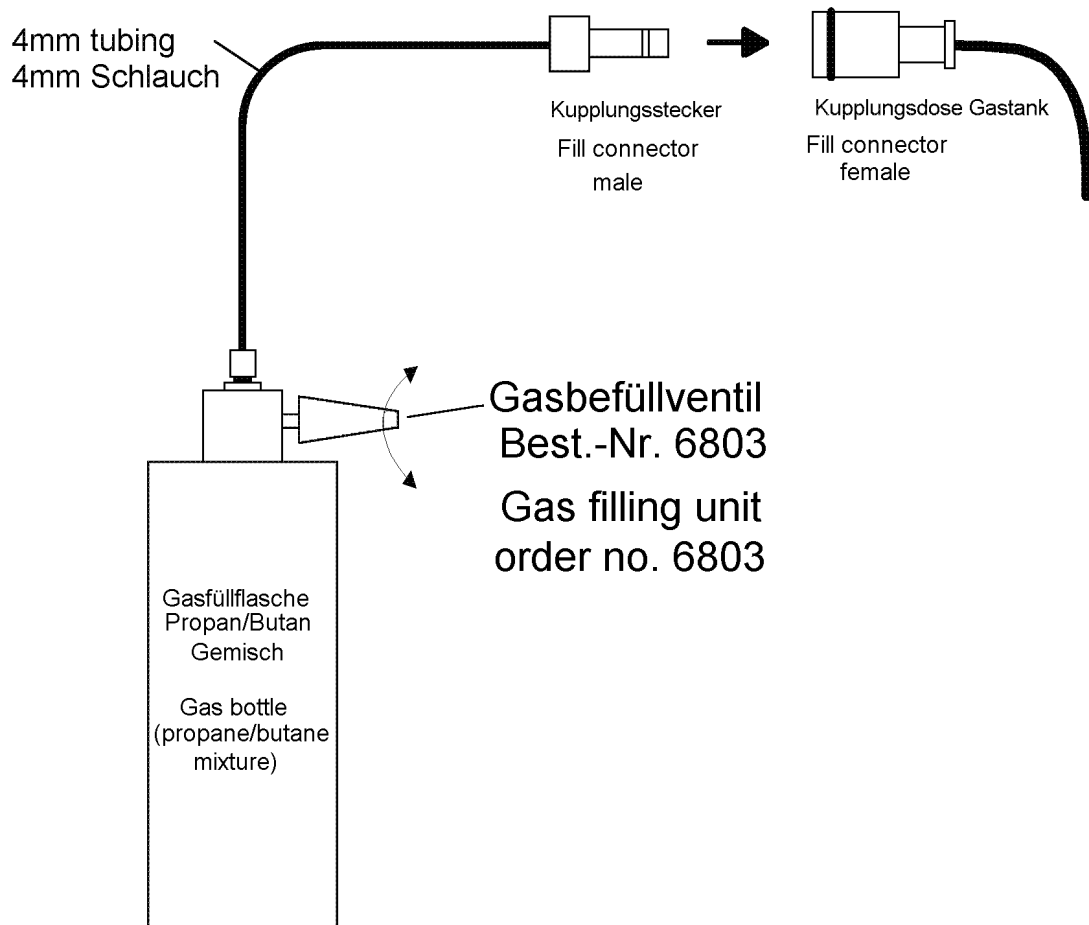


Important: Complete the connections at the fuel shut-off valve as shown in the drawing, i.e. the fuel line from the propane filter to the valve must face in the direction of the black heat-shrink sleeve (on the valve)!

Tip: You will find that the fuel lines can be pushed onto the nipples of the propane valve relatively easily if you heat the end of the tubing slightly beforehand (with a flame or a heat-gun).

Filling the propane tank

Starting the turbine requires a gas mixture (40% propane / 60% butane) normally used for torch soldering. The gas bottle in which the gas comes has to be supplied with the gas filling unit, order no. 6803.



To fill the propane tank the gas bottle is connected to it instead of the male connector which is connected to the propane valve (version A) or to the separately installed fill connector (version B).

The tank can then be filled as follows:

1. Insert the male filler connector on the propane bottle into the self-sealing female connector.
2. Invert the propane bottle.
3. Open the gas bottle valve so that liquid gas flows into the propane tank.
4. Just before the gas flow ceases, turn the propane bottle the right way up again; any liquid gas still in the hoses is now forced into the propane tank.
5. Close the valve on the propane bottle.
6. Disconnect the propane bottle by releasing the quick-release coupling.

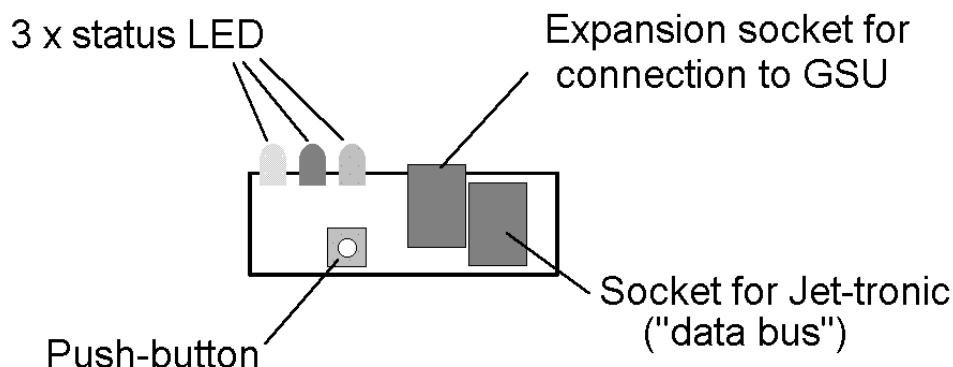


Note:

Propane/butane gas has a powerful de-greasing effect, and that is why a few drops of silicone oil or similar should always be applied to the female filler connector before filling. This prevents the internal O-rings drying out, causing the quick-release coupling to leak. Some of the oil migrates into the gas valve, where it also lubricates the valve components.

The LED board

The LED board acts as "distribution box" for the ECU data bus, and also features three LEDs which provide information about the current state of the Jet-tronic. Ideally the LED board should be installed in the model with the outward facing socket (close to the three LEDs) easily accessible, and the LEDs clearly visible. The outward facing socket is normally used for connection to the GSU (= Ground Support Unit) for servicing and programming. The LED board also includes a small push-button which is used in the procedure for "learning" the radio control system; it also serves to activate the "manual mode".



Explanation of the LEDs on the LED board

Color	Description	LED is on	LED flashes
yellow	Standby/Start	Spin up turbine	Manual mode is active
red	Pump running	Fuel pump running	Glowplug faulty (open circuit)
green	OK	Turbine in governor mode. Turbine rpm can be controlled by the RPM slider.	Control system is in „Slow-down“ state

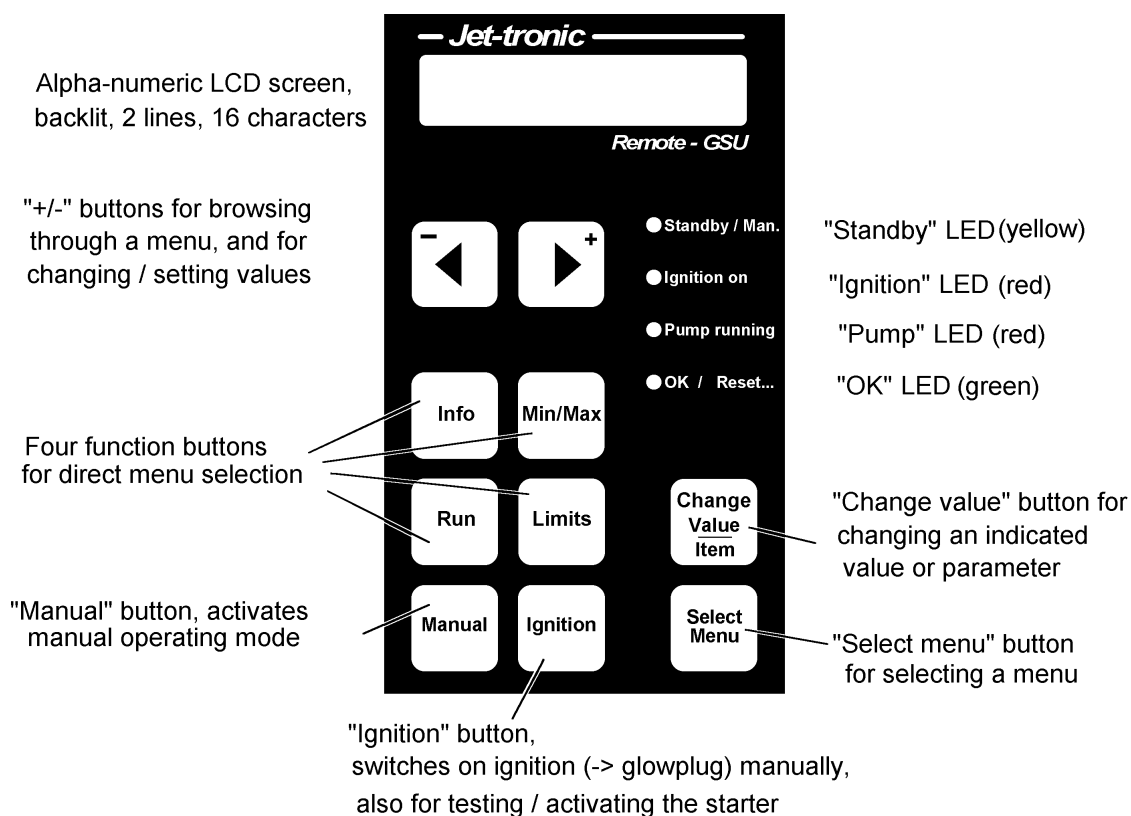
Special function:

If the **yellow** and **green** LEDs flash **simultaneously**, the turbine battery is flat and needs to be recharged.

The Ground Support Unit (GSU)

The Ground Support Unit can be connected to the Jet-tronic at any time, even when the engine is running, so that you can check current operating parameters, or change settings.

Description of controls



Explanation of the operating buttons

Button	Meaning
Info	Direct call-up of Info menu (hot key).
Run	Direct call-up of Run menu (hot key).
Limits	Direct call-up of Limits menu (hot key).
Min/Max	Direct call-up of Min/Max menu (hot key).
Select Menu	If this button alone is pressed, the screen shows the currently selected menu. If this button is held pressed in, another menu can be selected by pressing the +/- buttons. Release the button when the menu you wish to see appears on the screen.
Change Value/Item	If you press and hold this button, the value displayed on the screen can be changed using the +/- buttons. The screen displays a small arrow before the value if it can be changed by the operator. If the displayed value cannot be changed, (e.g. current rotational speed or temperature) the information "Value/Item cannot be changed" appears on the GSU screen.

Explanation of the LEDs

Description	LED is on	LED flashes
Standby	Spin up turbine	Manual mode active
Ignition	Glowplug is ON	---
Pump running	Fuel pump running	Glowplug faulty (open circuit)
OK	Turbine in governor mode, turbine rpm can be controlled by the RPM slider	a) If turbine is running: Permissible exhaust gas temperature exceeded. b) If turbine is off: control system is in „Slow-down“ state.

Special function Battery Alert:

If the "Standby" and "OK" LEDs flash simultaneously, the turbine battery needs to be recharged.

Setting up

Radio control system

Jet powered helicopter models are usually equipped with many additional electronic systems in addition to the actual receiving system, e.g. the ECU, gyro systems, undercarriage control systems etc. For this reason we strongly recommend the use of a PCM receiver, as the digital transmission technology which they exploit completely suppresses brief interference signals. Every interference signal which strikes a conventional FM receiver, no matter how brief, immediately and inevitably generates a random control surface movement.

The failsafe circuit of the radio control system should be set to throttle back the turbine to idle if interference should occur.

Receiver aerial:

When installing the receiver aerial follow closely the advise and instructions of the manufacturers of model and RC system!!!

Additional installation notes:

The turbine ECU should not be located immediately adjacent to the receiver (distance > 10 cm). The leads from the ECU (battery, pump, data bus, turbine lead) should be kept well away from the receiving system leads (e.g. servo leads)!

And never forget:

!!! Before the first flight, or after the installation of new or additional components, carry out a range check !!! (min. 50 m with transmitter aerial collapsed).

"Teaching" the radio control system

The PHT3 helicopter turbine is normally controlled by a single channel **which must not be influenced by any throttle/collective pitch mixing** and is normally operated by a slider control.

The mode of operation of this „rpm-slider“ is as follows:

- | | |
|--------------------|------------------------------------|
| • fully back | Off |
| • mid position | Standby/idle |
| • range mid...full | rpm selection |
| • full | trigger starting sequence/max. rpm |

In normal operation the turbine's rpm (and by this the main rotor rpm, too) is selected by the slider and governed by the ECU („FADEC“); the main rotor thrust is controlled by the collective pitch only.



Note:

Normally the AUX-channel of the PHT3 is not used and therefore is not interrogated within the r/c teach-in procedure; the accordingly marked wire is not plugged in the receiver.

For special functions, however, the AUX-channel is required; its connection cord is plugged into a free outlet of the receiver, preferably operated by a 3-position switch. Use of the AUX-channel has to be activated in the corresponding menus.

Before the Jet-tronic is used for the first time, it has to be "taught" the radio control system's stick positions for the throttle stick, and may be the positions of the three-position switch. This is the procedure:

1. Switch off the electronics and connect the two servo leads attached to the ECU to the receiver (THRottle = RPM-slider, AUX = 3-position switch). Connect the pump battery (see wiring diagram).
Connect the Ground Support Unit (GSU) to the electronics (optional).
2. Sender einschalten und sicherstellen, dass der Turbinen-Steuerkanal allein durch den vorgesehenen Schieberegler betätigt und durch keinerlei andere Funktionen, z.B. über Mischer, beeinflusst wird. Der Kanal sollte darüber hinaus die normale Mittelstellung und Standard-ausschlaggrößen aufweisen (Subtrim=0, Travel=100%).
3. Press and hold the "Select Menu" button on the GSU, then switch on the Jet-tronic (via the receiver switch).

 **Note:** The small button on the LED board can also be used instead of the "Select Menu" button on the GSU.

Release the button as soon as the three LEDs flash in the following sequence:

LED	Flashing sequence						
Standby	⦿	○	○	⦿	○	○	
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○	
OK	○	○	⦿	○	○	⦿	

The GSU screen simultaneously displays the message:

```
Release key to:
- learn RC -
```

This procedure calls up a special operating mode (-> "Teach In") for teaching the system the stick positions.

When you release the button, the green "OK" LED lights up.

The GSU screen now displays the message:

```
Set Throttle to
minimum:
- learn RC -
```

4. The first step in the "learning" process now occurs: the setting of the RPM-slider position in the "OFF" position. You move the slider „OFF“ (back end-point). When you have done this, press a button -> the red "pump running" LED lights up. As a check, the GSU screen displays a numeric value at bottom right, which changes to reflect the stick position (= pulse width of receiver signal). Once you have stored the "OFF" stick position (by pressing a button), the GSU screen displays the next step:

```
Throttle Trim to
maximum:
- learn RC -
```

5. For this step of the "learning" process the RPM-slider is moved to the idle (mid). When you have done this, press a button -> the yellow "OK" LED lights up, and the GSU screen displays the next step:

```
Set Throttle to
maximum:
```

6. the last stage of "learning" for the throttle channel, move the slider to the max-rpm position (forward end-point). When you have done this, press a button -> the green "OK" LED lights up. This indicates that the "learning" process for the throttle channel is completed.

As the three-position switch normally is not used with the PHT3, the following steps are skipped in the standard setup and the teach-in procedure is finished.

If, however, the three-position switch was activated, you can now continue by "teaching" the system the settings of the three-position switch (= AUX).

The GSU screen displays this message:

```
Set AuxChan. to  
MINIMUM:  
- learn RC -
```

-> Set three-position switch to minimum
= back position = OFF position

7. For this step of the "learning" process you should move the three-position switch (= AUX channel) to position 0 (position 0 = OFF position = back position), then press a button -> the red "pump running" LED lights up, and the GSU screen displays the next step:

```
Set AuxChan. to  
CENTER:  
- learn RC -
```

-> Set three-position switch to centre
= centre position = start/standby position

8. Now move the three-position switch to position 1 (position 1 = STANDBY position = centre position), then press a button -> the yellow "pump running" LED lights up and the GSU screen displays the next step:

```
Set AuxChan. to  
MAXIMUM:  
- learn RC -
```

> Set three-position switch to maximum
= forward position = Auto-Off position

9. The final stage is to move the three-position switch to position 2 (position 2 = AUTO OFF position = forward position), then press a button.

This completes the "learning" procedure for the three-position switch. The Jet-tronic now stores the "learned" stick and switch positions, then reverts to normal operating mode. This "learning procedure" only has to be carried out once. It only needs to be repeated if you change your radio control system, or change the settings of your existing system.

At the end of the "learning" procedure the screen displays a brief "Saving SetupDat" message. The ECU then reverts to normal operation (Display Time Temperature / RPM).

Setting up the fuel pump

Once the turbine has ignited on propane gas, engine speed continues to increase due to the action of the starter motor. At 3600 rpm the ECU switches on the fuel pump at minimum power. Starting from this initial voltage, the pump is fed a slowly increasing voltage, causing the turbine to increase speed steadily. The voltage which is supplied to the pump immediately after ignition is pre-set at the factory before shipping. However, if you replace the fuel pump or the ECU it may be necessary to adjust the initial pump voltage.

The ECU includes a special function for adjusting the initial pump voltage; it can be called up as follows:

1. Cut off the fuel supply to the turbine (one method is to run the fuel feed line back into the tank overflow). If you don't cut off the fuel supply, the adjustment process will flood the turbine with fuel, and this inevitably leads to a "hot start" next time you attempt to start the engine!!!
2. Switch off the electronics and connect the GSU (RC transmitter not required).
3. Press and hold the "Change Value/Item" button on the GSU.
4. Switch on the electronics.
5. Wait until the GSU screen shows the following message, then release the button:

```
Pump start volt.  
Uaccelr1:
```

The pump can now be started and tested by pressing and holding the "RUN" button.

- Press the "(-)" button to decrease the initial voltage by one increment.
- Press the "(+)" button to increase the initial voltage by one increment.

The initial voltage should be set in such a way that the pump runs reliably at every setting, and the fuel is metered "drop by drop" (you may need to press the RUN button repeatedly). The proven range of values for the initial voltage is 0.1 to 0.25 V (default value: 0.2 Volt).

Press the "Manual" button to store the newly established setting once you have completed the adjustment process; you are then returned to normal operation.

The following general rule applies:

Initial voltage too low:

If the initial voltage is set too low, a voltage will be supplied to the pump, but it may be too low to start the pump running (-> red "pump running" LED lights up, but pump does not rotate). The likely result of this situation is that the turbine will ignite, but may run for a very long time on the propane gas. It will not pick up speed, as no fuel is being pumped into it. If the propane run period is excessive (> 10s) the electronics will terminate the start process with the following error message "AccTimOut" (= acceleration time-out - excessive time for speed rise process), or "Acc. Slow" (= acceleration too slow).

Initial voltage too high:

If the initial voltage is set too high, too much fuel is injected into the engine at start-up, and this may cause dangerous flames at the turbine efflux during the initial start-up phase. This is caused by inadequate turbine speed relative to the amount of fuel being injected.

Temperature zero calibration

If you replace the temperature sensor you may find that it is necessary to re-calibrate the temperature.

This is the procedure:

The whole turbine must be at room temperature (approx. 21 °C) !!!

Press and hold the "Select Menu" button on the GSU, then switch on the Jet-tronic (via the receiver switch).

 **Note:** You can also use the small button on the LED board instead of the "Select Menu" button on the GSU.

Initially the three LEDs will flash in the following sequence:

LED	Flashing sequence					
Standby	⊙	○	○	⊙	○	○
Pump running	○ ⇒	⊙ ⇒	○ ⇒	○ ⇒	⊙ ⇒	○
OK	○	○	⊙	○	○	⊙

(while the LEDs are flashing in this sequence hold the button pressed - **don't release it** !!!!.)

Release the button only when the three LEDs start flashing in the following sequence:

LED	Flashing sequence					
Standby	⊙	○	⊙	○	⊙	○
Pump running	○ ⇒	⊙ ⇒	○ ⇒	⊙ ⇒	○ ⇒	⊙
OK	⊙	○	⊙	○	⊙	○

....

The GSU screen then simultaneously displays the message:

Release key to:
Calibrate Temp

This terminates the Temperature zero calibration.

Adjusting the glowplug voltage

A standard OS A3 glowplug, oder no. 1655, is employed, but the glow filament must be pulled out by about 3-4 mm, using a pin or similar tool. For reliable ignition the filament should glow bright red; if necessary, the glowplug voltage (default value = 2.1 V) can be adjusted in the Limits menu.

This is the procedure for adjusting the glowplug voltage:

1. Select the "GlowPlug Power" parameter in the LIMITS menu (leaf through using the +/- buttons).
2. Press and hold the "Change Value/Item" button -> the glowplug is switched on, and the edit arrow appears before the voltage value on the screen. You can now adjust the glowplug voltage using the +/- buttons (all the while holding the "Change Value/Item" button pressed in). Adjust the glowplug voltage until the pulled-out filament glows bright red.
3. As soon as you release the "Change Value/Item" button again, the new value is stored, and the glowplug is switched off.

Resetting the electronics to the default values

The method for resetting the ECU to the default settings is as follows:

Press and hold the "Select Menu" button on the GSU, then switch on the Jet-tronic (via the receiver switch).

 Note:

You can also use the small button on the LED board instead of the "Select Menu" button on the GSU.

Initially the three LEDs will flash in the following sequence:

LED	Flashing sequence					
Standby	⦿	○	○	⦿	○	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○
OK	○	○	⦿	○	○	⦿

(while the LEDs are flashing in this sequence hold the button pressed in - don't release it !!!)

After about 15 seconds the three LEDs will then start flashing in the following sequence:

LED	Flashing sequence					
Standby	⦿	○	⦿	○	⦿	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿
OK	⦿	○	⦿	○	⦿	○

(while the LEDs are flashing in this sequence hold the button pressed in - don't release it !!!)

Release the button after about 40 seconds, when the three LEDs start flashing in the following sequence:

LED	Flashing sequence					
Standby	⦿	○	⦿	○	⦿	○
Pump running	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○
OK	⦿	○	⦿	○	⦿	○

The GSU screen then displays the following message:

Release key to:
Reset System

 Note:

After carrying out a reset you will need to repeat the following procedures:

- The radio control system must be re-"learned" .
- The initial fuel pump voltage must be re-adjusted .
- The temperature zero calibration process must be repeated .

Test functions

Manual mode

During normal operation of the Jet-tronic the user has no direct control over the fuel pump or the fuel shut-off valve. However, for filling the fuel lines or for test purposes it may be necessary to control the fuel pump and/or the shut-off valve manually. A special manual operating mode is provided for this purpose, and in this mode the Jet-tronic behaves as a precision voltage controller (similar to a standard speed controller). In this mode the pump voltage corresponds to the position of the throttle stick, and the shut-off valve is opened.

Testing / operating manually the fuel pump

1. Move the rpm-slider to the OFF position (-> all LEDs switched off).
2. Activate manual mode by pressing the "Manual" button on the Ground Support Unit (GSU), or the small button on the LED board. The yellow "Standby" LED flashes, and the shut-off valve is kept open all the time that manual mode is active.
3. Using the rpm-slider you can directly control the voltage fed to the fuel pump. In the lower half of the slider's control throw the pump is always off. From mid position (idle) the fuel pump starts running. The pump can be stopped at any time by moving the slider back to the OFF position.
4. Terminate manual mode by pressing the "Manual" button or the pushbutton on the LED board again → the yellow "standby" LED no longer flashes.



Important note:

Manual mode provides a means of starting and activating the fuel pump, although the turbine does not run. This means that the turbine may be flooded with fuel unless you cut off the fuel supply to the turbine beforehand. If you forget to do this, you can expect a "firework display" next time you start the engine.

For this reason: Before you activate manual mode always shut off (-> disconnect) the fuel feed line to the turbine, then there is no danger of anything untoward happening.

In manual mode the minimum rotational speed and the minimum temperature of the turbine are not monitored, but all other safety parameters stay active (e.g. max. temperature, max. rpm etc.).

Controlling and testing the fuel shut-off valve

As long as the manual mode is active (yellow "Standby" LED flashing), and also when the pump voltage is other than zero, the shut-off valve is automatically opened (-> see above).

Controlling and testing the propane valve

1. Switch off the electronics.
2. Press and hold the "Min/Max" button.
3. Switch on the electronics.
4. Release the Min/Max button when the message "GasValve Test" appears on the screen.
5. Press the "Min/Max" button to test (open) the valve.
6. To terminate the test press the "Manual" button, or switch off the electronics.

Starting the turbine

1. Carry out the start preparations as described in the checklist .
2. Check that there is no fuel inside the turbine..
3. Move the rpm-slider to OFF (back) → (all LEDs must be off)
4. Move the rpm-slider to mid position (idle) → LEDs now start flashing (running lights)
green → red → yellow, green → red → yellow...
5. Move the slider to the max rpm position (→ turbine now starts)
6. While the turbine gains speed, you can pull back the slider to mid position (idle).
Provided that the slider is at idle position, and the turbine has automatically stabilised at its idle speed, the green "OK" LED will light up to indicate that rpm control has now been transferred to the pilot.

The fully automatic start-up process is initiated by the Jet-tronic as soon as the rpm-slider is moved to the max rpm position (Step 5). The starting process can be interrupted immediately at any time by moving the slider to OFF.

Once the start-up process has been initiated, the following sequence of events occur:

1. The turbine is accelerated to about 2500 - 3500 rpm by the starter motor.
2. Now the glowplug is switched on, and the propane valve is opened.
3. The speed of the turbine now declines slowly. During this period ignition normally occurs inside the turbine.
If ignition should not occur immediately at the first attempt, the process is repeated for a second attempt at ignition (→ Step 1). If the turbine has not ignited within about 30 seconds, the start-up process is halted (→ green LED flashes)
4. As soon as ignition occurs, the starter motor continues to accelerate the turbine, until at about 3600 rpm the fuel pump is automatically switched on (→ red "Pump running" LED lights up).
5. The turbine is now accelerated until it reaches idle speed. As soon as it is running above minimum speed, the starter motor is automatically disengaged, and the yellow LED is off.
6. The turbine is now run up briefly to about 35,000 rpm, and then automatically stabilised at the idle speed.
7. The turbine now remains running at idle speed until the operator moves the rpm-slider back to idle position. Once this occurs, the green "OK" LED lights up, and control over turbine rpm is transferred to the pilot.

Shutting down the turbine

Immediate shut-down of the turbine (Manual Off)

The turbine can be shut down immediately at any time by moving the rpm-slider to OFF (full back).

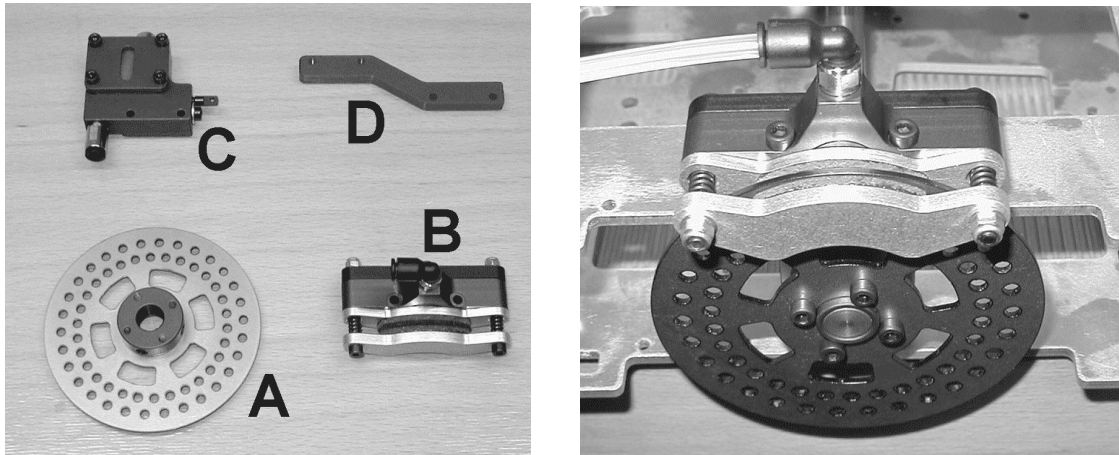
Automatic post-run cooling process

The turbine starter motor is used to spin the turbine after it has been shut down. This process automatically cools the engine, and continues until the turbine exhaust gas temperature is below about 110°C.

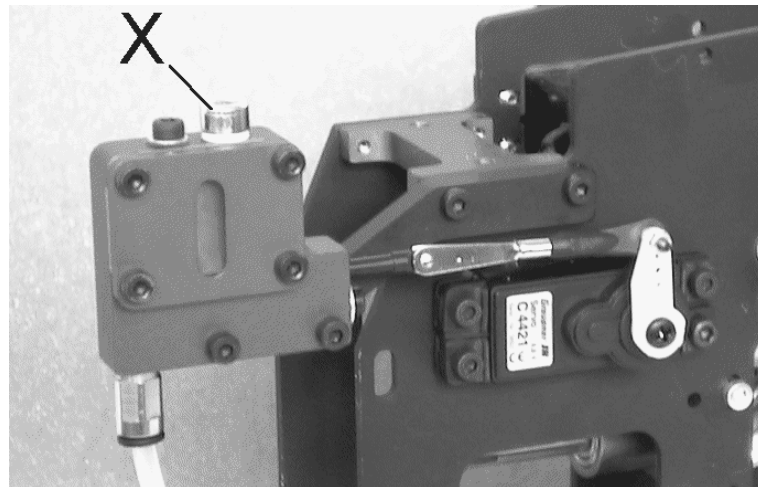
Optional Accessories

Hydraulic rotor brake, order no. 6810.100

A hydraulic rotor brake is available as an optional accessory; it is servo-operated and has two purposes: it slows down the main rotor quickly after switching the engine off, and it also helps to prevent a rotor blade ending up over the exhaust efflux during the start-up phase.



The brake disc A is clamped to the projecting bottom end of the main rotor shaft by means of grub screws; the brake B itself is fixed to the holes already present in the chassis plate using two M3 x 25 socket-head cap screws and self-locking nuts.



The main brake cylinder C is fixed to the holder D using M3 x 18 socket-head cap screws. The entire assembly is then attached to the chassis as shown in the illustration, fitting the M3 x 14 screws supplied with the brake in place of the standard M3 x 10 socket-head cap screws. The servo used to actuate the brake is mounted in the appropriate chassis opening, as shown in the picture, and linked to the brake cylinder using the pushrod supplied. Finally the hydraulic connection between main brake cylinder and brake is completed using the hose supplied. The hydraulic oil is added through the hole which is left when screw X is removed. The system must be completely filled with oil; any air bubbles in the hose and cylinders must be removed (bleeding the brake).

Important: ensure that the brake is initially applied gently; the main rotor must certainly not be slowed abruptly, as this could cause the rotor blades to swing out of their blade holders and collide with the fuselage.

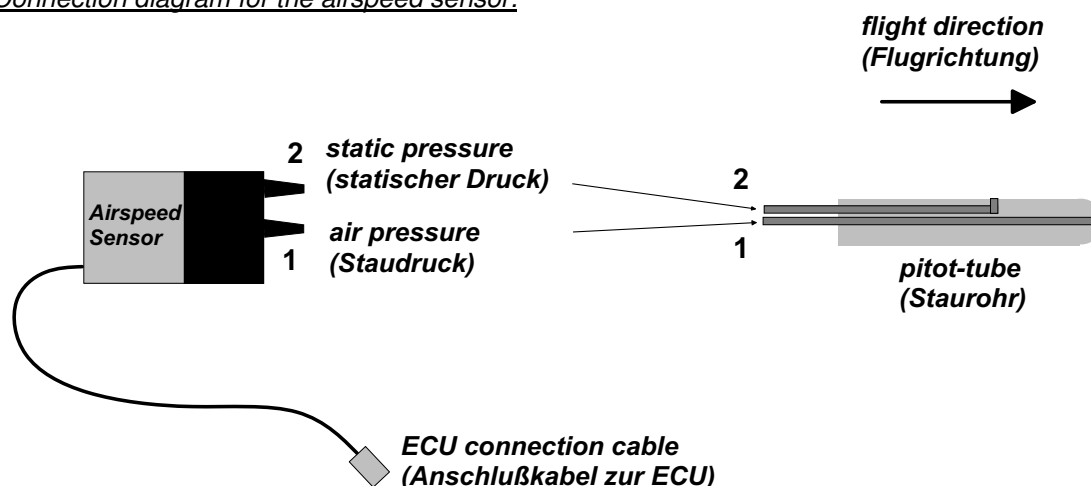
Airspeed-Sensor, order no. 6802

The airspeed sensor is an optional accessory which can be connected to the system, and consists of a pitot tube and a precision differential pressure sensor. The ECU calculates the current airspeed of the model from the measured differential pressure and the air temperature.

The airspeed information can be used by the ECU subsequently for various functions:

- Measuring / storing the maximum and average airspeed.
- Measuring / storing of the covered distance in km.

Connection diagram for the airspeed sensor:



The air pressure connections 1 (= air pressure) and 2 (= ambient pressure) are completed using the air tubes supplied. The length and cross-sectional area of the tubing do not affect the accuracy of the measurement.

If an Airspeed Sensor is connected to the system, the pilot can make use of expanded ECU functions:

- In the "Run" menu the currently measured airspeed ("Airspeed") and the nominal speed ("SetSpeed") can be displayed.
- In the Min/Max menu the measured maximum ("MaxAirSpd") and calculated average ("AvgAirSpd") airspeeds can be displayed on the screen.

Parameter in „Limits“ menu

Parameter	Explanation
AirSpeed units	Units for the measured airspeed [km/h] or [mph]

Parameter in „Min/Max“ menu

Parameter	Explanation
AvgAirSpeed	Average airspeed in km/h
MaxAirSpeed	Maximum airspeed in km/h
Flight Distance	Covered distance in km

Calibrating the airspeed sensor

The characteristic curve of the differential pressure sensor can be calibrated to obtain maximum measurement accuracy.

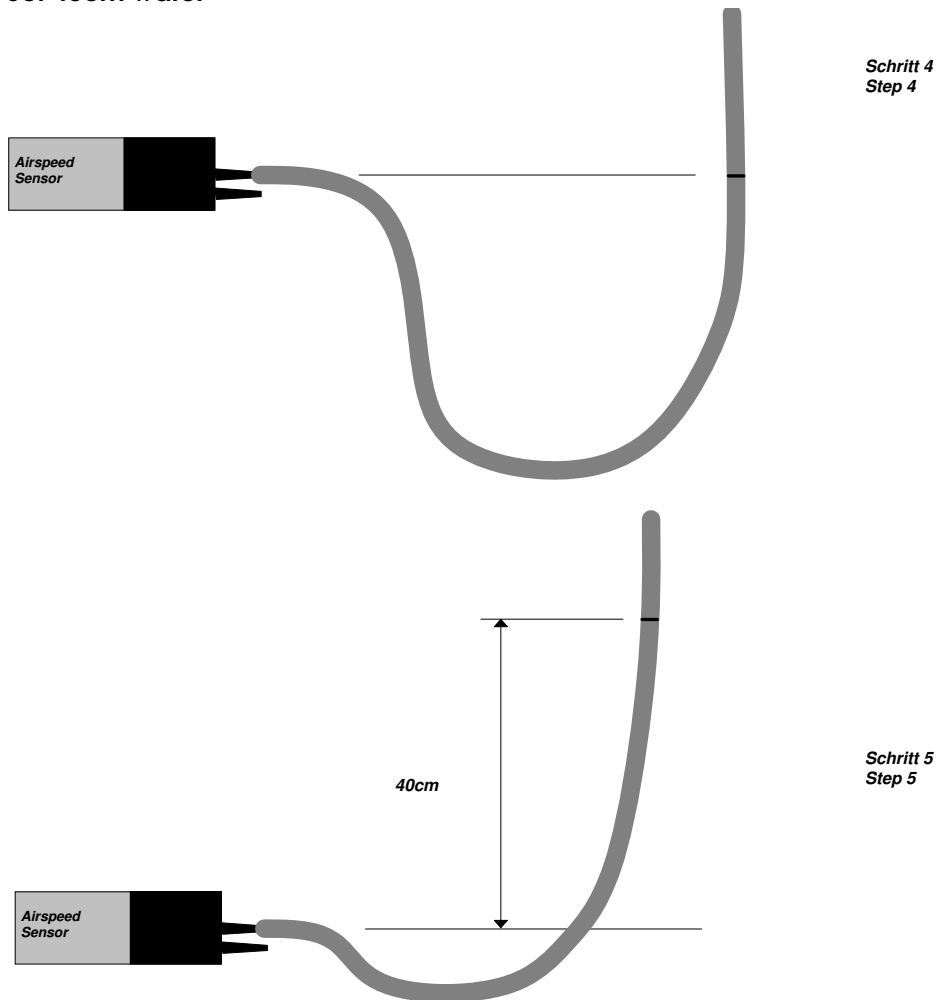
To calibrate the sensor you will need the following additional items:

- 50-60 cm length of silicone hose or similar (any internal diameter)
- Water
- Ruler or metre rule

This is the procedure:

1. Fill the silicone hose with water (at least 50 cm water column).
2. Connect the hose either directly to the centre inlet of the differential pressure sensor, or directly to the front of the pitot tube.
3. Press and hold "RUN" on the GSU and switch on the electronics.
Hold the "RUN" button pressed in until you see the message:

Cal. AirSpeedSns
Set 40cm water



4. Now set the end of the water column at the same height as the inlet of the differential pressure sensor (or the pitot tube), and press the "INFO" button (= defines zero point).
5. The final step is to hold the end of the water column exactly 40 cm (linear measurement) higher than the zero point defined under Step 4. When you have done this, press the "MIN/MAX" button. The screen should now show **h=40.0** at the top right of the screen. To test whether the calibration process was successful, move the end of the water column down, and read off the height on the ruler. The GSU will now display the calculated water column height ($h=xx.x$) at top right of the screen. The value you find on the ruler should be the same as the value displayed on the screen. You can repeat steps 4/5 as often as you like. The calibration value displayed at bottom right of the screen should vary between 6000 and 10,000 (default = 8560).
6. The final step is to press the "MANUAL" button on the GSU to store the calibration data determined by this process. The Jet-tronic now stores the calibration data and reverts to normal operation.

Smoker System

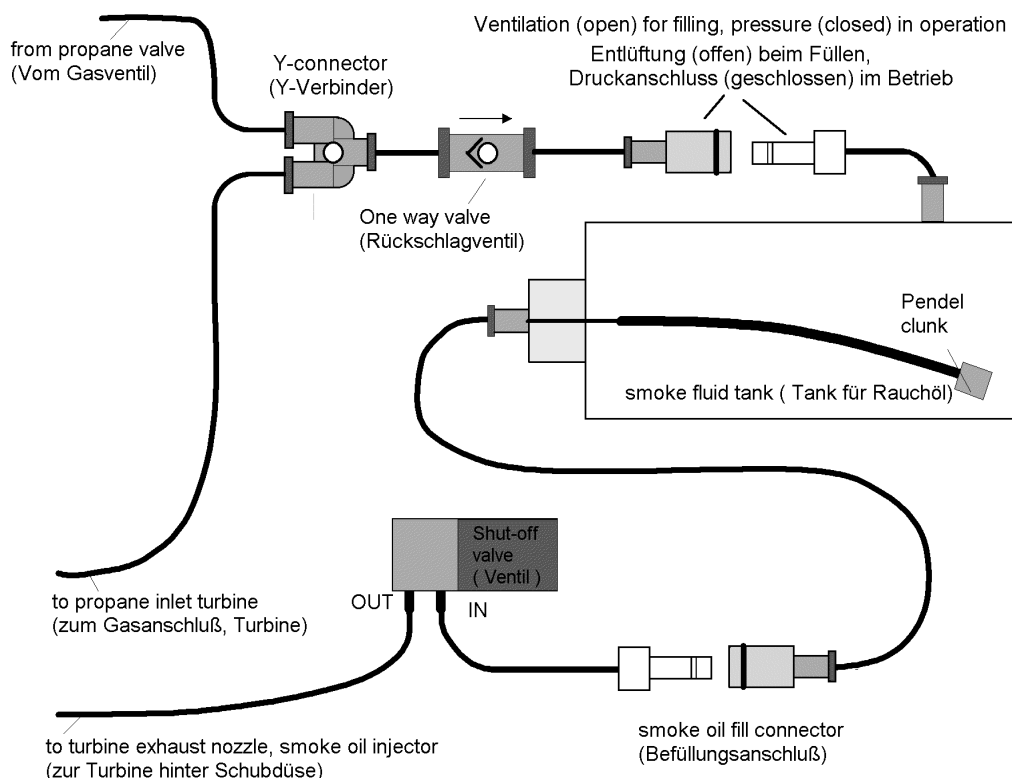
The ECU can directly control a valve for blowing smoke fluid / diesel fuel into the exhaust efflux (→ smoke generation). The smoker system is available as a kit, order no. 6800.18. The function of the smoker valve can be adjusted in the Limits menu (parameter: "SmokerValve Ctrl").

Possible options for the "SmokerValve Ctrl" parameter (→ LIMITS menu) are:

Option	Description
DISABLED	Smoker valve not used. The valve is always closed!
Open if AuxSw=0 (*)	Smoker valve is opened when the AUX switch (3-position switch) is moved to the back ("OFF") position <u>and</u> when the turbine is running. If you wish to be able to use this function, the AUX switch must be active, i.e. the "AUX-channel func" parameter (see below) must <u>not</u> be set to "NOT USED".
Open if AuxSw=2 (*)	Smoker valve is opened when the AUX switch (3-position switch) is moved to the forward ("ON") position <u>and</u> when the turbine is running. If you wish to be able to use this function, the AUX switch must be active, i.e. the "AUX-channel func" parameter (see below) must <u>not</u> be set to "NOT USED".

(*) The function of the smoker valve can be tested when the turbine is not running:

1. Set the rpm-slider to idle or OFF (otherwise there is danger that the fuel pump will start running during the subsequent test process!). For safety's sake disconnect the fuel line to the turbine.
2. Press and hold the "Manual" button (-> yellow LED flashes). The valve can now be operated using the AUX switch (3-position switch on transmitter).



Appendix

Turbine states

The turbine passes through several different states as it progresses from the start-up phase (-> ignition) to normal running (-> rpm control transferred to the pilot).

The transition from one state to the next involves what are known as transitional states.

The current turbine state is displayed in the Run menu under "STATE".

Explanation of turbine states

Value	Explanation
-OFF-	RPM-slider is at position 0 (= OFF -> turbine shut down, turbine cannot be started. In this state all LEDs are switched off.
Stby/START	RPM-Slider at centre position, -> turbine is ready for starting. In this state the LEDs light up to indicate that starter can be activated. As soon as the measured turbine speed is high enough, the process moves to the next state: "Ignite".
Ignite...	In this state the glowplug is switched on, and the propane valve is opened. The Jet-tronic now waits until ignition has occurred. The Jet-tronic remains in this state until at least one of the following conditions is fulfilled: a) The measured exhaust gas temperature exceeds about 120°C b) The measured EGT rises at a rate exceeding 25°C/sec c) The measured rotational speed of the turbine exceeds 17,000 rpm If one of these three conditions is fulfilled, the process moves to the next stage (AccelrDly). If the turbine has not ignited within about 30 seconds, the ignition attempt is halted, and the process moves to the "Slow-down" state. The red "Ignition" LED on the GSU / LED board indicates that the glowplug is switched on.
AccelrDly	Delay before the pump voltage is increased. In this state the fuel pump is operated at a constant voltage for a period of about two seconds. During this period the turbine has a chance to pick up rotational speed, with the fuel pump switched on and running at its lowest setting. Once the two-second period has elapsed, the process moves on to the next stage: "Acceler" (= accelerate / increase speed). In this state the glowplug is switched off. The red "Pump running" LED lights up to indicate that the pump is switched on.

Value	Explanation
Acceler.	In this state the turbine is run up to a speed beyond the idle speed. This is achieved by automatically and progressively increasing the fuel pump voltage, starting from the initial value. In this state the yellow "Standby" LED. The red "Pump running" LED lights up to indicate that the fuel pump is switched on. Under normal conditions the rotational speed of the turbine should now continue to rise until it eventually exceeds the programmed idle speed. Once this is the case, the process moves on to the next state: "Stabilise". If any of the following error conditions should occur, the Accelerate phase is halted, and the process moves to the "Slow-down" state: • The turbine fails to reach and exceed the idle speed within about 40 seconds. • The increase in turbine speed is inadequate. • The measured exhaust gas temperature is too high.
Stabilise	The turbine has accelerated successfully to idle speed, and is now automatically stabilised at around 35,000 rpm. As soon as the turbine speed has been stabilised fully at this speed for at least one second, the process moves to the next state: "Learn LO".
LearnLO	In this state the turbine is automatically stabilised at the idle speed. The Jet-tronic maintains the turbine at the idle speed until the operator moves the rpm-slider to idle. Once this has occurred, and the turbine is running at idle speed, the process moves on to the next state "RUN (reg)".
RUN (reg.)	The turbine is now in normal governor mode, i.e. the operator can set the rpm of the engine to any level by positioning the rpm-slider accordingly. In this state the green "OK" LED lights up to indicate that the pilot has control of rpm. The control system remains in this state until the turbine is shut down.
SlowDown	This state is confirmed by the green "OK" LED flashing; all the other LEDs are off; the fuel pump is switched off and the shut-off valve closed. The system remains in this state until <u>all</u> the following conditions are fulfilled: • The turbine speed is below 800 rpm • The exhaust gas temperature is below 110°C Once these conditions are met, the process progresses to the "OFF" state.
Manual	The Jet-tronic is in manual mode, which is confirmed by the yellow "Standby" LED flashing. The operator quits manual mode by pressing the "Manual" button.

Menu structure

All adjustment parameters are stored in a series of menus, which can be displayed on the GSU screen and changed by the operator.

The available menus are:

- Run menu
- Min/Max menu
- RC-Check menu
- INFO menu
- Statistics menu
- Test Functions menu
- Turbine Limits menu

Selecting a menu

The various menus can either be selected directly by pressing the corresponding buttons on the GSU (-> hot keys), or by pressing and holding the "Select Menu" button; in this case you press the +/- buttons to select the menu you wish to see.

Within a menu you can browse through the various options by pressing the +/- buttons alone.

Changing values / parameters in a menu

To change a value displayed on the screen, hold the "Change Value / Item" button pressed and alter the value using the +/- buttons.

The RUN menu

As soon as the Jet-Tronic is switched on, the screen displays the Run menu. The bottom line of the screen shows the current rotational speed of the turbine under "RPM:". The top line of the screen can display various other items of information, which are selected using the +/- buttons:

Name	Explanation
U-Pump RPM	Current pump voltage in Volts. Current turbine rpm.
Temp. RPM	Current turbine exhaust gas temperature (EGT) in °C or °F. The temperature display unit (°C or °F) can be set in the LIMITS menu Current turbine rpm.
OffCnd SetRPM	Last reason for shut down (see table). Set turbine rpm.
State RPM	Current state of turbine (see table) Current turbine rpm.
AirSpeed	Current airspeed in km/hr. This display option is normally only used to check the function of the airspeed sensor (= pitot tube). Note: this display option is only available if an airspeed sensor is connected..

The Min/Max menu

Description	Explanation
MaxPump MinPump	Maximum fuel pump voltage Minimum fuel pump voltage
MaxTemp MinTemp	Maximum turbine temperature Minimum turbine temperature
AvgPump AvgTemp	Average fuel pump voltage Average turbine temperature
MaxRpm MinRpm	Maximum rotational speed of turbine Minimum rotational speed of turbine
AvgRpm MaxRTemp	Average rotational speed of turbine Temperatur at programmed maximum turbine rpm (parameter Maximum RPM in „Limits“-menu)
MaxAirSpd	Maximum airspeed (*)
AvgAirSpd	Average airspeed (*)
Flight Distance	Distance covered in flight (km) (*)

The Min / Max values can be reset to zero using the "Change Value/Item" button.

(*) Only if an AirSpeed Sensor is connected.

The RC-Check menu

Description	Explanation
StickPulse Throttle%	Measured pulse width of throttle channel. Position of rpm-slider in % (0 - 100%).
AuxInp% AuxPulse	Position of 3-position switch in % (0 - 100%). Measured pulse width of AUX channel
Aux.Position	Position of 3-position switch (0, 1, 2)
FailSafeTime	Total time under FailSafe conditions
FailSafe Count	Number of recognized FailSafe events. When failsafe condition is

All the parameters in this menu are displayed for information only, and cannot be changed by the operator.

The INFO menu

Name	Explanation
Rest Fuel	Remaining amount of fuel in fueltank(s)
Fuel flow ml/min	Current fuel consumption in ml/min.
BattCnd	The top line displays the state of the turbine battery: a) -- OK -- The battery voltage is higher than 1.1 V/cell. b) ! WEAK ! The battery voltage is below 1.1 V/cell (= almost discharged), and the "Standby" and "OK" LEDs flash simultaneously at 0.5 sec. intervals. The turbine cannot be started until the battery is recharged. If the turbine is already running and the battery warning function has been switched on, the warning function is triggered at this point. c) -- EMPTY -- The battery voltage is below 1.0 V/cell and the turbine is shut down. The turbine cannot be started again until the battery is recharged.
Ubattery	The bottom line of the screen displays the voltage of the turbine battery.
Last Run-Time	Last turbine run time
Last fuel count	Quantity of fuel consumed during last turbine run.
Last-Off PmpVolt	Fuel pump voltage at which the turbine was shut down last time.
Last-Off RPM	Rotational speed at which the turbine was shut down last time.
Last-Off TEMP	Temperature at which the turbine was shut down last time.
Last-Off Cond	Stored reason for shut down for the last run.
Last MaxTEMP	Maximum temperatur (EGT) during the last run.
Last MinTEMP	Minimum temperatur (EGT) during the last run.
Last AvgTEMP	Average temperatur (EGT) during the last run.
Last MaxR AvgTmp	Average temperatur (EGT) at max.rpm during the last run.
Last StartTemp	Start temperatur (EGT) during the last run.
Last MaxRPM	Maximum rpm during the last run.
Last MinRPM	Minimum rpm during the last run.
Last AvgRPM	Average rpm during the last run.
Last MaxPump	Maximum fuel pump voltage during the last run.
Last MinPump	Minimum fuel pump voltage during the last run.
Last AvgPump	Average fuel pump voltage during the last run.
Last FailSafeTime	Total time under FailSafe conditions
Last FailSafeCnt	Number of FailSafe events during the last run.
Last MaxAirSpd	Maximum airspeed measured during the last flight (only if an AirSpeed Sensor is connected!)
Last AvgAirSpd	Average airspeed measured during the last flight (only if an AirSpeed Sensor is connected!)
Last Distance	Distance covered in the last flight (only if an AirSpeed Sensor is connected!)

The Statistic menu

Description	Explanation
Totl Run-Time	Total turbine running time (ignition -> shut down).
Runs-OK	Number of turbine runs which were concluded without errors.
Runs aborted	Number of turbine runs which were terminated by the Jet-tronic safety system.
Ignitions OK	Number of successful attempts at ignition.
Ignitions FAILED	Number of failed attempts at ignition.
Starts FAILED	Number of failed starts.
Total fuel count	Total fuel consumption by the turbine.
LoBatt Cut-Outs	Number of shut downs due to insufficient battery voltage.

All the parameters in this menu are displayed for information only, and cannot be changed by the operator.

The Test Functions menu

Description	Explanation
Pump TestVolt	Fuel pump test. While the „Change Value/Item“ key ist pressed the indicated voltage is switched to the pump; it can be increased or decreased by the (+/-) keys. Caution: Disconnect the fuel line from the turbine before operating the pump manually!
GlowPlug Power	Indicate or adjust the glow plug voltage. Default=2.1V for OS A3 glow plug.
GasValve Test	Test (open) the propane shut off valve by „Change Value/Item“ key
SmokerValve Test	Test (open) the smoker valve by „Change Value/Item“ key
FuelValve Test	Test (open) the fuel shut off valve by „Change Value/Item“ key
Temp. AD	left: actual exhaust gas temperatur (EGT) right: intake temperatur

The Turbine Limits menu

The LIMITS menu allows the operator to alter the operational limits of the turbine (of course only within the permitted range). In this way it is possible to adjust the turbine's running characteristics to provide an accurate match to the requirements of a particular model.

Name	Explanation
Minimum RPM	Idle speed of the turbine (= rpm-slider back) Default setting = 33000
Maximum RPM	Maximum speed of the turbine (= rpm-slider forward) Default setting = 93000
LoBatt. warning	Battery warning function by reducing rpm (not suitable for helicopters) Default setting = DISABLED
Fuel tank size	Capacity of the fuel tank in ml Default setting = 2000 ml
LowFuel Limit	Residual fuel volume at which the fuel warning function is activated. Default setting = 500 ml
LowFuel Warning	Switches the fuel warning function ON/OFF Standardeinstellung = Disabled (=AUS)
GlowPlug Power	Glowplug voltage in Volts Default setting = 2.1V for A3 glowplug
GasFlow	The propane gas throughput can be programmed. In the warm part of the year (-> high gas pressure) it may be advisable to reduce the propane throughput slightly (to about 30 - 50%), in order to obtain the optimum ignition mixture combined with reduced gas consumption.
AUX-channel Func	The AUX channel (= 3-position switch) is normally disabled at the PHT3, the turbine is controlled by a single channel (rpm-slider). Possible settings: „NOT USED“ (Default setting) AUX channel not used, i.e. the AUX lead does not have to be connected to the receiver → turbine is controlled via the throttle channel only → the AUX channel is not taken into account or interrogated when the radio control system is “learned”. „ON, TrbCtrl ON“ =, AUX switch active, AUX switch used to control turbine. „ON, TrbCtrl OFF“ = AUX switch active, but AUX switch not used to control turbine, i.e. AUX switch is only used to control auxiliary functions such as AirSpeed Control or Smoker valve.
FailSafeDly	Time (in s) during which the throttle channel stays in HOLD mode when a failsafe event is detected. Default setting = 1
FailSafeRPM	Turbine rpm during a failsafe event after the delay time is expired.
FailSafeTimeOut	Time (in s) after which the turbine is shut down if the system is still in failsafe state

(Turbine Limits menu still)

Name	Explanation
Drain Gastank	The propane tank can be drained after a successful turbine start to reduce the risk of fire. (The shut off valve stays open, so the gas is burned by the turbine during normal operation) Default setting = Disabled (=OFF)
AUX-ch SmokeCtrl	The ECU can directly control a valve which blows smoke fluid / diesel fuel into the exhaust efflux (à to generate smoke). Possible settings are: DISABLED : (inactive) Open if AuxSw=2 Open if AuxSw=0 Default setting = Disabled (=OFF)
StartUp Mode	Procedure required for triggering the turbine start by the rpm-slider: • SEQUENCE : Sequence OFF - Idle - Max - Idle • THROTTLE MAX : Max position of the slider • IMMEDIATE : Transition from OFF to idle Default setting = SEQUENCE
Smoker WarnFunct	The smoker valve control can be used to indicate various emergency states (smoke „pulsates“ in small clouds): DISABLED : OFF BATTERY LOW : Turbine battery is close to empty FUEL LOW : Fuel tank is nearly empty BATTorFUEL LOW : Battery or tank nearly empty BATT,FUEL,FAILS : Battery or tank nearly empty or radio interferences FAIL-SAFE : Radio interferences occur Default setting = Disabled (=OFF) Tip: At a helicopter you can use a flashing light or LED instead of the smoker to visualize the emergency states above.
AirSpeed units	Display units for airspeeds, i.e. [km/hr] or [mph]
MAX LimitAirSpd	(not for helicopters)
Max.AirSpeed	(not for helicopters)

AUX channel functions

The AUX channel (= 3-position switch) is normally switched off, but it can be activated for special purposes ("AUX-Channel Function" parameter in LIMITS menu).

The possible options for the "AUX-channel func" parameter are:

Option	Description
NOT USED	AUX channel not in use (→ AUX lead does not have to be connected to receiver) This is the default setting Starting the turbine: 1. Rpm-slider back (if green LED flashes) 2. Rpm-slider to idle (min. 1 second) 3. Rpm-slider to max rpm -> start 4. Rpm-slider back to idle Shutting down the turbine : Rpm-slider back → OFF The post-run cooling process for the turbine is always active, and cannot be disabled.
ON, TrbCtrl ON	AUX channel in use (→ AUX lead must be connected to receiver) The turbine is controlled (OFF/RUN/AUTO-OFF) via the AUX switch (3-position switch).
ON, TrbCtrl OFF	AUX channel in use (→ AUX lead must be connected to receiver) The AUX channel is active, but is <u>only</u> used for the functions of controlling the Smoker valve. The turbine is controlled using the throttle channel <u>only</u>. Starting the turbine: 1. Rpm-slider back (if green LED flashes) 2. Rpm-slider to idle (min. 1 second) 3. Rpm-slider to max rpm -> start 4. Rpm-slider back to idle Shutting down the turbine : Rpm-slider back → OFF The post-run cooling process for the turbine is always active, and cannot be disabled.

Trouble-shooting

The following table lists the most common sources of error and how to eliminate them:

Problem	Cause	Remedy
Turbine fails to ignite	Propane not connected. Propane tank is empty, or gas pressure too low (e.g. very low external temperatures). Glowplug not glowing brightly enough. Glowplug faulty or plug filament not pulled out sufficiently.	Connect propane. (Re-) fill propane tank. Adjust glowplug voltage (glowplug must glow <u>bright red!</u>). Check glowplug and replace if necessary. Glowplug filament must be pulled out by at least 3 - 4 mm!
Start-up process not initiated.	Turbine is still too warm, Post-run cooling process not yet finished (-> green LED flashes). Turbine battery not connected, or battery flat or almost flat. Glowplug defective (-> red LED flashes). 3-core lead to turbine not plugged in.	Wait until post-run cooling is finished (green LED no longer flashing). Connect / charge battery. Check / replace glowplug. Check / connect lead.
Jet-tronic does not respond to transmitter commands	Radio control system has not been correctly "learned", or RC system has been changed or re-programmed since "learning".	Repeat "learning" process for RC system, check function in RC-Check menu.
Turbine ignites, but start-up process is halted	Air in fuel feed lines. Fuel pump jammed / fails to start Propane tank almost empty.	Bleed fuel system (-> manual mode). As soon as red "Pump running" LED glows the fuel pump <u>must</u> run!!! If necessary test fuel pump (-> manual mode). (Re-) fill propane tank.
Starter unit fails to engage correctly, or slips (-> continuous "whistling noise")	Oil / dust deposits on the compressor nut / coupling.	De-grease compressor nut with paintbrush and cleaning agent (e.g. acetone / cellulose thinners).
Turbine starts, runs up to speed, but remains at idle speed. No response to rpm-slider, green LED is off.	RPM-slider not yet moved to idle	Reduce rpm-slider to idle and wait until the green "OK" LED lights, to indicate that rpm-control has been transferred to the pilot.

The ECU fail-safe system

The ECU features its own fail-safe circuit, independent of the radio control system, i.e. if the signal from the transmitter fails or suffers interference, an automatic process is triggered in response.

Failure of the "THR" channel signal or reception of a **pulse width outside the permissible range** both constitute "interference".

If interference of this type is detected, the ECU initially maintains the current rotational speed for the period(s) set in the "FailSafeDly" parameter (LIMITS menu). After this it reduces turbine speed to the value set in the "FailSafeRPM" parameter (normally "idle"), until such time as the interference finishes, or until the period(s) defined in the "FailSafeTimeOut" parameter has elapsed; in the latter case, the ECU switches off the turbine.

The following points must therefore be noted:

The transmitter must be programmed in such a way that the "THR" channel signal never exceeds or falls below the learned-in range in normal operations.

If you are using a PCM radio control system (with its own fail-safe functionality), the two fail-safe systems (ECU and PCM receiver) inter-act, and this must be considered when setting up the radio control system:

- If the radio control system is programmed in the recommended way (fail-safe -> idle), it is impossible for the ECU to detect interference, because the channel signal is always present (the PCM receiver generates the signal automatically if interference occurs); for the same reason the signal always stays within the prescribed range. In this situation fail-safe is handled exclusively by the radio control system itself.
- If you wish to use the ECU's integral fail-safe function, then you must deliberately program a value for the fail-safe position of the "THR" channel which lies outside the learned-in range. If you do this, an invalid signal will be passed to the ECU when the receiver picks up interference, and the ECU's fail-safe circuit will then respond in the manner already described.

The fail-safe parameters should therefore be set as follows:

FailSafeDly (HOLD)

The time for which the current turbine speed is maintained (recommended: approx. 1 second). This means that very short interference is effectively suppressed.

FailSafeRPM

The rotational speed to which the turbine is reduced after the FailSafeDly period has elapsed (recommended: 33,000).

FailSafeTimeOut

The time after which the turbine is switched off if persistent interference occurs (recommended: 20 seconds).

Checklists

Pre-flight checklist

Transmitter battery charged
Receiver battery charged
Turbine power supply battery charged
Adequate fuel supply loaded (oil content 5%, i.e. 1 litre oil to 20 litres kerosene)
Adequate gas supply loaded
CO² fire extinguisher ready
Tank vent open

Turbine start checklist

Fuel tanks full
Fuel lines bubble-free
Gas container filled / topped up
Transmitter ON, correct model selected
Turbine control OFF
Speed control: idle
Undercarriage extended
Trim levers central
Gyro gain normal
Receiving system ON
Check collective pitch function ok
Check pitch-axis function ok
Check roll function ok
Check tail rotor function ok
Transmitter battery voltage ok
Receiver battery voltage ok
Gas tank - turbine connection ok
Doors and access hatches closed
Model in correct take-off position
Tail rotor blades aligned
Main rotor blades aligned, **not positioned over turbine exhaust outlet**
Fire extinguisher within reach
Turbine control to STAND-BY
Operate starter button (or otherwise trigger starting sequence)
Start sequence concluded
Nominal rotational speed set
Range check ok (if required)

Post-flight checklist

Speed control to idle
Turbine control OFF
Post-flight cooling process concluded (approx. 2 minutes)
Read out flight parameters if required
Receiving system OFF
Transmitter OFF
Disconnect gas tank from turbine

Mécanique d'hélicoptère

GRAUPNER/JetCat

avec

Modèle de Turbine à un seul arbre

**Réf. N° 6810 Mécanique pré-montée avec Turbine incorporée,
avec rotor principal le rotor de queue ainsi que
d'autres accessoires fournis en kits de montage.**

Avertissement!

Le modèle d'hélicoptère R/C réalisé avec cette mécanique n'est pas un jouet! C'est un appareil volant complexe qui par suite d'une mauvaise manipulation peut causer de sérieux dégâts matériels et personnels.

La réalisation du modèle d'hélicoptère avec l'utilisation de cette mécanique entraînée par une Turbine à gaz, exige de sérieuses compétences dans le domaine des modèles d'hélicoptères, particulièrement en ce qui concerne les montages, les réglages et l'entretien. Il est absolument nécessaire de posséder une grande expérience dans le pilotage d'un modèle d'hélicoptère afin de pouvoir maîtriser parfaitement toutes les situations de vol imprévues, y compris les atterrissages en autorotation.

Il est expressément conseillé de tenir compte que ce modèle d'hélicoptère équipé de cette mécanique ne convient pas à un débutant.

Vous êtes seul responsable de son montage correct et de la sécurité de son utilisation. Veuillez impérativement observer les conseils de sécurité donnés sur les feuilles additives jointes SHW3 et SHW7 qui font partie de ces instructions.

Avant-propos

Avec la mécanique Graupner/JetCat, les souhaits longuement exprimés par de nombreux pilotes d'hélicoptères R/C sont devenus réalité avec un modèle propulsé par une Turbine. Montée dans le fuselage de l'hélicoptère NH90® et après une année d'essais intensifs en utilisation pratique ainsi que par de nombreuses présentations dans les Clubs d'aéromodélisme locaux et à l'étranger, la mécanique à Turbine a prouvé sa fiabilité de sorte que ce système pourra maintenant être utilisé par des pilotes d'hélicoptères expérimentés avec la même évidence qu'un modèle de taille correspondante à propulsion conventionnelle.

Le fonctionnement de la Turbine PHT3 se différencie de celui des modèles de réacteur.

Contrairement à ces derniers, la puissance de la poussée générée ici est utilisée pour l'entraînement des rotors, les gaz d'échappement sont évacués vers l'extérieur avec la plus faible énergie restante possible par un conduit approprié.

Il s'agit d'une Turbine dite à un seul arbre et contrairement aux Turbines à deux arbres, la puissance pour l'entraînement des rotors est prélevée directement sur l'arbre de la Turbine, lequel entraîne aussi le compresseur. Le régime de la Turbine d'environ 93.000 t/m est d'abord ramené par un réducteur à courroies crantées à deux étages sur une valeur correspondante à peu près au régime d'un moteur à piston. La puissance est ensuite transmise au rotor principal par un embrayage centrifuge normal sur le réducteur principal conventionnel avec une roue libre d'autorotation, le rotor de queue étant entraîné de la façon habituelle. Le sens de rotation du rotor principal est prévu à l'origine vers la gauche (sens contra-horaire), mais il pourra être adapté pour un sens de rotation vers la droite; le rotor de queue n'est pas entraîné en autorotation.

La commande du plateau cyclique se fait par quatre servos montés directement dans la mécanique. La tête du rotor principal comprend une pièce centrale métallique, les leviers de mixage et le compensateur de Pas montés sur roulements à billes. Le rotor de queue avec moyeu pendulaire et levier de commande monté sur roulements à billes provient, comme le rotor principal, du système bien connu Graupner/Heim.

Bien entendu, l'utilisation d'une Turbine modèle réduit nécessite d'abord une mise au courant intensive en la matière. Avec les connaissances techniques nécessaires, la manipulation d'une propulsion à Turbine est plus simple que l'utilisation d'un moteur à piston; l'ensemble de la propulsion est commandé par une seule voie, les préparatifs pour le démarrage de la Turbine se limitent au remplissage du réservoir à carburant et du petit réservoir de gaz auxiliaire. Le démarrage se fait par une "pression de bouton" sur l'émetteur, l'ensemble du processus de démarrage se déroule ensuite automatiquement, piloté par l'électronique de bord de la Turbine (ECU). Pour cela, le moteur électrique intégré accélère d'abord la Turbine sur environ 6000 t/m, puis le conduit de gaz auxiliaire est ouvert et le gaz est allumé dans la chambre de combustion de la Turbine. Le moteur de démarrage augmente l'accélération assistée par la combustion du gaz, puis il est finalement coupé jusqu'à ce qu'un régime suffisamment élevé soit atteint pour la commutation sur l'alimentation en kérosène.

Après un processus de démarrage réussi et le réglage d'un régime de ralenti stable obtenu, le contrôle sera passé au pilote qui pourra alors augmenter lentement le régime de la Turbine avec un curseur linéaire sur l'émetteur, jusqu'à ce que le régime désiré soit atteint. Chaque réglage ainsi pré-donné sera réglé par l'électronique de bord de façon à ce qu'il soit indépendant de la charge dans de larges limites. La commande du rotor principal se fait exclusivement par le Pas collectif, la régulation du régime est accordée par l'électronique de la Turbine. Après l'atterrissage, le régime sera ramené sur le ralenti de la même façon par le pilote, puis le processus de coupure sera déclenché sur la même voie, à nouveau automatiquement sous le contrôle de l'électronique de bord. La combustion sera d'abord stoppée, puis une circulation d'air frais sera aspirée par la Turbine à l'aide du moteur de démarrage jusqu'à ce que la température intérieure descende en dessous de 100° C. La fin de cette phase de refroidissement sera indiquée par une diode lumineuse dans le modèle, après quoi l'installation de réception pourra être coupée.

Le pilotage d'un hélicoptère propulsé par une Turbine est très agréable tant que les particularités du système sont observées. La puissance développée par une Turbine est souple, sans engendrer de couple notable comme il se produit avec les moteurs à piston et qui conduit à de courts balancements irréguliers de la queue de l'hélicoptère. Un hélicoptère à Turbine est ainsi beaucoup plus calme sur son axe de lacet qu'un modèle avec moteur à piston ou électrique; la propulsion fonctionne avec une absence totale de vibrations, ce qui d'une part favorise la durée de vie des éléments de l'installation R/C et d'autre part facilite le super-détaillage des modèles maquette. Cependant, la "souplesse" de puissance d'une Turbine exige aussi du pilote en dosage en harmonie des ordres sur la commande du Pas.

L'alimentation de tous les éléments, incluant la pompe à carburant, la bougie, le démarreur et l'ECU se fait séparément par un accu à 6 éléments. L'appareil d'affichage et de programmation (GSU) livré avec la Turbine dispose d'un affichage alphanumérique lumineux à deux lignes ainsi que de 10 touches de service et de 4 LED; il pourra être connecté durant le fonctionnement pour lire les données actuelles, les paramètres de réglage à modifier pour le vol, ainsi que les données statistiques.

Un frein de rotor hydraulique est disponible en accessoire, lequel sera actionné par un servo et permettra un freinage rapide du rotor principal après la coupure de la propulsion et il empêchera aussi qu'une pale reste arrêtée au dessus de la sortie des gaz d'échappement durant la phase du démarrage.

Avertissements

- Le modèle réalisé avec ce kit de montage n'est pas un jouet inoffensif ! Un mauvais montage et/ou une utilisation incorrecte ou irresponsable peuvent causer de sérieux dégâts matériels et personnels.
- Un hélicoptère possède deux rotors tournant à haut régime qui développent une forte énergie centrifuge. Tout ce qui pénètre dans le champ de rotation des rotors sera détruit ou pour le moins fortement endommagé, de même que les membres du corps humain ! De grandes précautions doivent ainsi être prises !
- Tout objet entrant dans le champ de rotation des rotors sera non seulement détérioré, mais aussi les pales du rotor. Des pièces peuvent ainsi se détacher et être projetées avec une extrême violence en mettant l'hélicoptère en péril avec des conséquences incalculables.
- Une perturbation de l'installation R/C, provenant par exemple d'un parasitage extérieur, la panne d'un élément R/C ou due à une source d'alimentation vide ou défectueuse peuvent aussi avoir de graves conséquences pour un hélicoptère ; il peut partir soudainement dans n'importe quelle direction sans prévenir !
- Un hélicoptère comprend un grand nombre de pièces soumises à l'usure, comme par ex. la pignonerie du réducteur, le moteur, les connexions à rotule, etc...Un entretien permanent et un contrôle régulier du modèle sont ainsi absolument nécessaires. Comme pour les véritables hélicoptères, une « Check-List » devra être effectuée avant chaque vol pour détecter une éventuelle défectuosité et pouvoir y remédier à temps avant qu'elle ne conduise à un crash !
- Ce kit de montage contient deux feuilles additives SHW3 et SHW7 donnant des conseils de sécurité et des avertissements ; veuillez impérativement les lire et les observer, car elles font partie de ces instructions !
- Ce modèle d'hélicoptère devra être monté et utilisé uniquement par des adultes ou par des adolescents à partir de 16 ans sous les instructions et la surveillance d'une personne compétente.
- Les pièces métalliques pointues et les bords vifs présentent un danger de blessure.
- Comme pour un véritable aéronef, toutes les dispositions légales doivent être prises. La possession d'une assurance est obligatoire.
- Un modèle d'hélicoptère doit être transporté (Par ex. vers le terrain de vol) de façon à ce qu'il ne subisse aucune détérioration. Les tringleries de commande du rotor principal et l'ensemble du rotor de queue sont des parties particulièrement fragiles.
- Le pilotage d'un modèle d'hélicoptère n'est pas simple ; son apprentissage nécessite de l'entraînement et une bonne perception optique.
- Avant la mise en service du modèle, il sera indispensable de se familiariser en matière de « Modèles d'hélicoptères ». Ceci pourra se faire aussi bien en consultant les ouvrages spécialisés sur le sujet, que par la pratique en assistant à des démonstrations sur les terrains de vol, en parlant avec d'autres pilotes de modèles

d'hélicoptères ou en s'inscrivant dans une école de pilotage. Votre revendeur vous aidera aussi volontiers.

- Lire entièrement ces instructions avant de commencer les assemblages afin d'en assimiler parfaitement les différents stades et leur succession !
- Des modifications avec l'emploi d'autres pièces que celles conseillées dans ces instructions ne devront pas être effectuées, leur qualité de fabrication et leur sécurité de fonctionnement ne pouvant être remplacées par d'autres pièces accessoires.
- Comme le fabricant et le revendeur n'ont aucune influence sur le respect des instructions de montage et d'utilisation du modèle, ils ne peuvent qu'avertir des dangers présentés en déclinant toute responsabilité.

Exclusion de responsabilité/Dédommagements

Le respect des instructions de montage et d'utilisation ainsi que les conditions d'installation dans le modèle, de même que l'utilisation et l'entretien de l'installation de radiocommande ne peuvent pas être surveillés par la Firma Graupner.

En conséquence, nous déclinons toute responsabilité concernant la perte, les dommages et les frais résultants d'une utilisation incorrecte ainsi que notre participation aux dédommagements d'une façon quelconque.

Tant qu'elle n'est pas impérativement contrainte par le législateur, la responsabilité de la Firma Graupner pour le dédommagement, quelque soit la raison de droit, se limite à la valeur marchande d'origine Graupner impliquée dans l'accident. Ceci n'est pas valable dans la mesure où la Firma Graupner serait contrainte par la législation en vigueur pour une raison de grande négligence.

Conseils pour ces instructions

Ces instructions ont été rédigées avec le plus grand soin afin que ce modèle d'hélicoptère puisse voler impeccablement après son assemblage. Même les experts devront absolument s'y conformer pour effectuer les montages Pas à Pas, exactement comme il va être décrit à la suite.

- Il appartient à la seule responsabilité du modéliste de s'assurer du blocage de toutes les vis et de vérifier les assemblages particuliers ainsi que d'effectuer les travaux de réglage nécessaires.
- La finition de la mécanique se fera conformément aux illustrations qui sont accompagnées de textes explicatifs.
- La visserie marquée par un symbole  doit être bloquée avec du freine-filet, par ex. Réf. N°952 ou avec de la colle pour paliers, Réf. N°951; dégraisser préalablement les emplacements correspondants.
- Tous les paliers lisses, sur roulements à billes ou à aiguilles devront être soigneusement lubrifiés. Ceci vaut également pour toutes les connexions à rotule et les pignons ; même si cela n'est pas répété dans les instructions qui vont suivre.
- La liste des pièces nécessaires et des pièces détachées avec les dessins en éclaté correspondants se trouvent à la fin de ces instructions.

Sommaire

- Avant-propos P.2
- Avertissements P.4
- Accessoires, articles supplémentaires nécessaires P.8
- 1. Finition de la mécanique principale P.9
- 2. Assemblage de la tête du rotor principal P.14
- 3. Assemblage du mécanisme du rotor de queue P.19
- 4. Montage du palonnier de renvoi et du pont de commande P.20
- 5. Montage de la tête du rotor de queue P.21
- 6. Montage de l'installation R/C P.23
- 7. Pales du rotor principal P.24
- 8. Montage de la mécanique dans le fuselage P.24
- 9. Travaux de réglage P.25
- 10. Contrôle final avant le premier vol P.28
- 11. Réglages au cours du premier vol, réglage du plan de rotation P.29
- 12. Mesures de précaution générales P.30
- Instructions d'utilisation de la Turbine P.31

• Avertissements et conseils de sécurité	P.32
• Entretien	P.34
• Système de tube d'échappement	P.34
• Les éléments de fonctionnement de la Turbine	P.35
• Faisceaux de câblage et boîte d'interface	P.38
• Carburant et alimentation	P.40
• Gaz auxiliaire	P.42
• La platine des LED	P.44
• L'appareil d'affichage et de programmation (GSU)	P.45
• Enregistrement de l'ensemble R/C	P.47
• Réglage de la pompe à carburant	P.50
• Compensation à zéro de la température	P.51
• Réglage de la tension pour la bougie	P.51
• RESET de l'électronique	P.52
• Fonctions de test, mode manuel	P.53
• Démarrage/Arrêt de la Turbine	P.54
• Accessoire en option : Frein de rotor	P.55
• Accessoire en option : Indicateur de vitesse de vol	P.56
• Accessoire en option : Système de fumigène	P.58
• Annexe : Etats de la Turbine	P.59
• Annexe : Structure des menus	P.61
• Annexe : Remèdes aux pannes	P.68
• Annexe : Checklistes	P.70

Accessoires**Accessoires conseillés****Valve de remplissage de gaz**

Réf. N°6803

Huile pour Turbine

Réf. N°2650 : Huile spéciale AERO SHELL 500

Pales de rotor principal adaptéesRéf. N°1272 Fibre de carbone, „S“ longueur 825mm ϕ Rotor 1825mm**Pales de rotor bde queue adaptées**

Réf. N°1346.B Fibre de carbone, „S“ longueur 140mm

Ensemble R/C (Voir dans le catalogue général Graupner)

Un ensemble R/C équipé des options spéciales pour hélicoptère est nécessaire, ou un ensemble à micro-ordinateur comme par ex. mc-14, mc-15, mc-19, mc-22 ou mc-24.

Comme équipement minimum, il faut disposer d'un ensemble R/C avec un mixeur de plateau cyclique sur 4 points et de 6 servos pour les fonctions Longitudinal, Latéral, Pas, Anti-couple et commande de la Turbine.**Fonctions R/C :**

Plateau cyclique, basculements latéraux	Fonction Latéral, droite/gauche
Plateau cyclique, basculements longitudinaux	Fonction Longitudinal, avant/arrière
Rotor de queue	Pivotements sur l'axe de lacet (Anti-couple)
Pas collectif	Montée et descente
Commande de la Turbine	Régulation du régime du rotor principal, démarrage et arrêt de la propulsion.
Conseillée en supplément	Stabilisation du rotor de queue par gyroscope

Servos (utiliser uniquement des servos à grande puissance), par ex.:

C 4421, Réf. N°3892

Gyroscopes:

Système de gyroscope PIEZO 5000, Réf. N°5146 avec le Super-servo DS-8700G, Réf. N°5156, ou : Système de gyroscope PIEZO 550, Réf. N°5147, SRVS G490T, Réf. N°5137.

Alimentation de la réception :

Pour des raisons de sécurité, utiliser uniquement un accu de réception d'une capacité d'au moins 2000 mA.

Cordon d'alimentation Power, Réf. N°3050 avec accu de réception 4RC-3000 MH, Réf. N°2568.L'utilisation du **CONTROLEUR D'ACCU NC**, Réf. N°3138, permettra un contrôle permanent de la tension de l'accu.**Accessoires en option****Frein de rotor hydraulique**

Réf. N°6810.100

Adaptateur PC

Réf. N°6801

Adaptateur d'interface et logiciel pour la transmissions des données de l'ECU dans un PC.

Structure de la mécanique

Cette mécanique d'hélicoptère avec Turbine est conçue pour le montage dans un fuselage en fibre de verre spécialement adapté et disponible séparément; pour des raisons de sécurité, un montage dans un fuselage non prévu pour cette mécanique est formellement déconseillé.

Un conduit d'échappement en acier Edel (de même disponible séparément) adapté pour le kit de fuselage conseillé est nécessaire pour l'évacuation des gaz d'échappement de la Turbine hors du fuselage.

La mécanique principale est livrée déjà montée, avec la Turbine incorporée; les pièces nécessaires pour le montage des servos de commande du plateau cyclique, du palonnier de renvoi et du plateau cyclique sont fournies sous forme de kits à monter.

Des kits de montage sont également fournis pour le rotor principal et le rotor de queue.

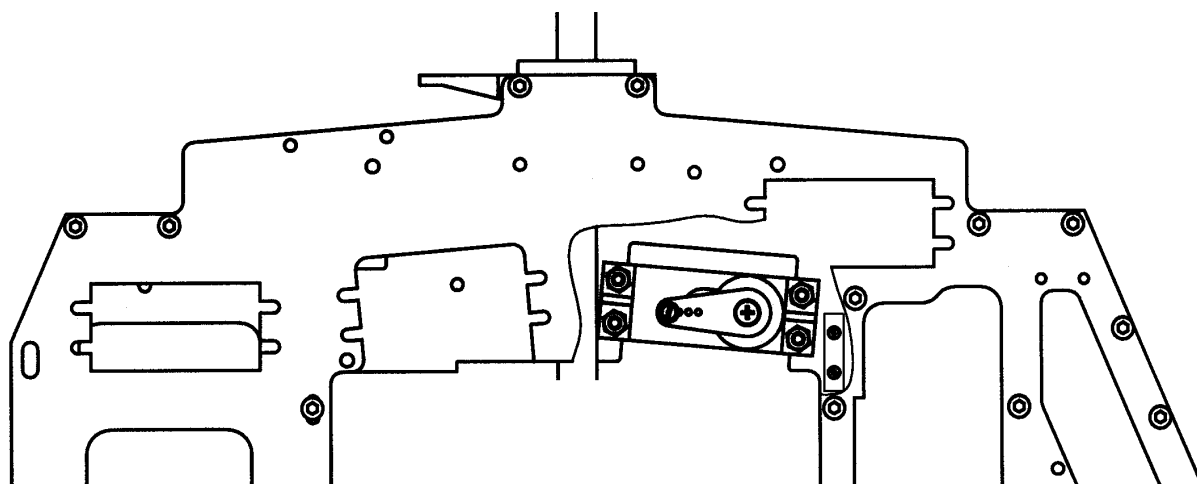
Les agrégats complémentaires de la Turbine, la pompe à carburant, les valves (gaz, kérosène) et les filtres sont fournis terminés et montés sur la mécanique avec les liaisons par durits déjà établies; un raccordement de durit pour le réservoir à carburant se trouve à droite sur la mécanique et un autre à gauche pour le réservoir de gaz auxiliaire. Les raccordements électriques sont réunis dans une boîte d'interface, dans laquelle est connecté un faisceau de cordons enfichables pour l'ECU, ce qui facilite considérablement le montage et le démontage de la mécanique.

1. Finition de la mécanique principale

Le châssis de la mécanique principale est livré déjà monté, avec la Turbine incorporée. La finition consiste au montage du plateau cyclique, des servos de commande et du palonnier de renvoi.

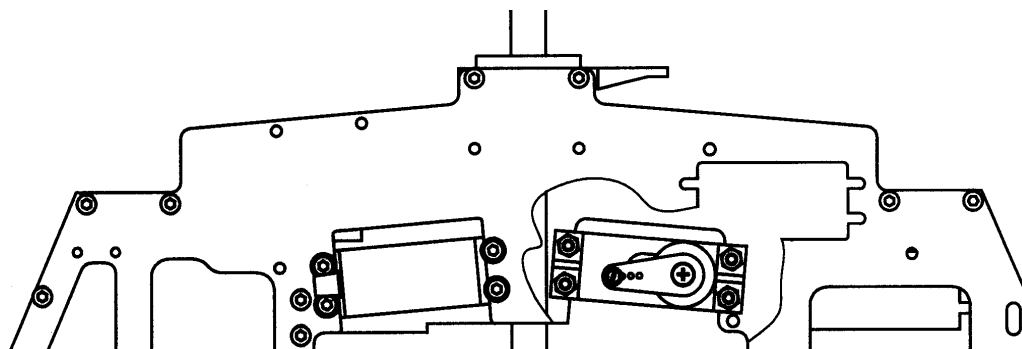
1.1 Montage du servo avant Longitudinal/Pas (Sachet J2-3)

Le servo avant Longitudinal/Pas sera fixé dans l'ouverture de la plaque latérale gauche du châssis, **de l'intérieur** avec des vis BTR M3x12, des rondelles plates et des écrous nylstop, avec son cordon orienté **vers l'avant**. Monter une rotule à 20mm du point de pivotement **sur le dessus** d'un palonnier adapté avec une vis M2x8 et un écrou; le palonnier sera fixé sur le servo en position neutre, orienté exactement horizontalement vers l'arrière.



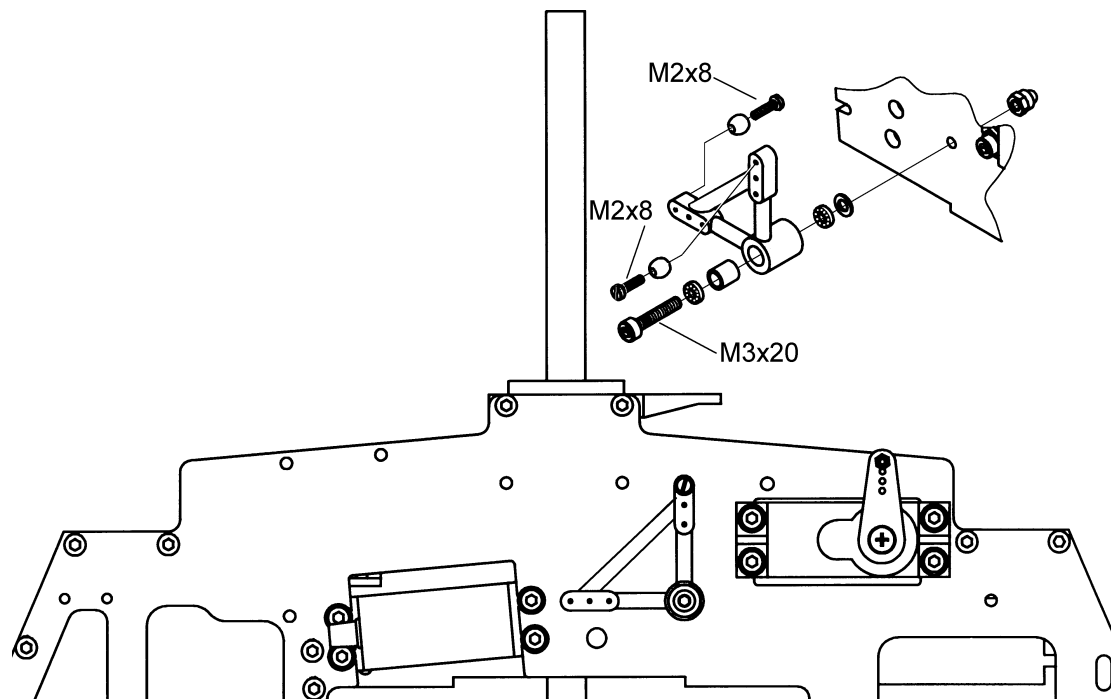
1.2 Montage du servo arrière Longitudinal/Pas (Sachet J2-3)

Le servo arrière Longitudinal/Pas sera fixé dans l'ouverture de la plaque latérale droite du châssis, **de l'intérieur** avec des vis BTR M3x12, des rondelles plates et des écrous nylstop, avec son cordon orienté **vers l'arrière**. Monter une rotule à 20mm du point de pivotement **sur le dessus** d'un palonnier adapté avec une vis M2x8 et un écrou; le palonnier sera fixé sur le servo en position neutre, orienté exactement horizontalement vers l'avant.



1.3 Montage du servo gauche Latéral/Pas (Sachet J2-3)

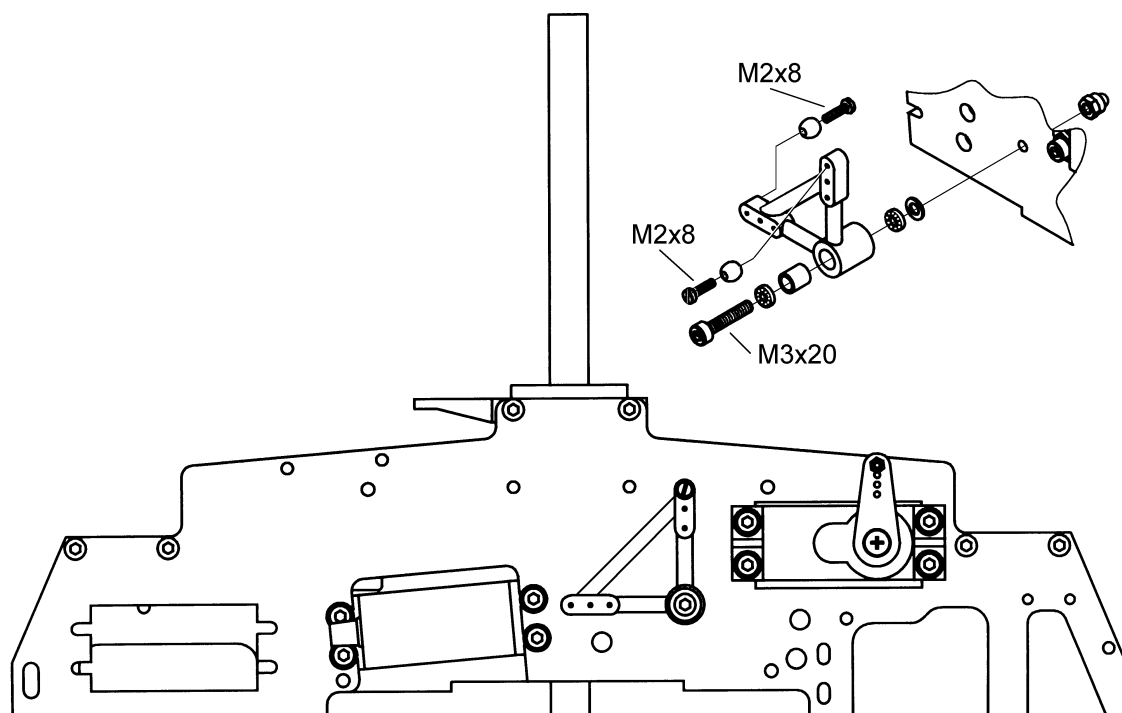
Le servo gauche Latéral/Pas sera fixé dans l'ouverture de la plaque latérale gauche du châssis, **de l'extérieur** avec des vis BTR M3x12, des rondelles plates et des écrous nylstop, avec son cordon orienté **vers l'avant**. Monter une rotule à 20mm du point de pivotement **sur le dessous** d'un palonnier adapté avec une vis M2x8 et un écrou; le palonnier sera fixé sur le servo en position neutre, orienté exactement verticalement vers le haut.



Le palonnier de renvoi sera monté conformément à l'illustration ; insérer d'abord les deux roulements à billes en interposant une bague d'écartement dans le palonnier de renvoi, puis monter les rotules dans les trous extérieurs du palonnier avec des vis M2x8. Monter la rotule pour la tringlerie venant du servo de l'extérieur et celle pour la tringlerie allant vers le plateau cyclique de l'intérieur. Monter ensuite le palonnier de renvoi sur le châssis avec une vis BTR M3x20, une bague d'écartement et un écrou nylstop.

1.4 Montage du servo droit Latéral/Pas (Sachet J2-3)

Le servo droit Latéral/Pas sera fixé dans l'ouverture de la plaque latérale droite du châssis, **de l'extérieur** avec des vis BTR M3x12, des rondelles plates et des écrous nylstop, avec son cordon orienté **vers l'avant**. Monter une rotule à 20mm du point de pivotement **sur le dessous** d'un palonnier adapté avec une vis M2x8 et un écrou ; le palonnier sera fixé sur le servo en position neutre, orienté exactement verticalement vers le haut.



Le palonnier de renvoi sera monté conformément à l'illustration ; insérer d'abord les deux roulements à billes en interposant une bague d'écartement dans le palonnier de renvoi, puis monter les rotules dans les trous extérieurs du palonnier avec des vis M2x8. Monter la rotule pour la tringlerie venant du servo de l'extérieur et celle pour la tringlerie allant vers le plateau cyclique de l'intérieur. Monter ensuite le palonnier de renvoi sur le châssis avec une vis BTR M3x20, une bague d'écartement et un écrou nylstop.

1.5 Confection des tringleries (Sachet J2-1B)

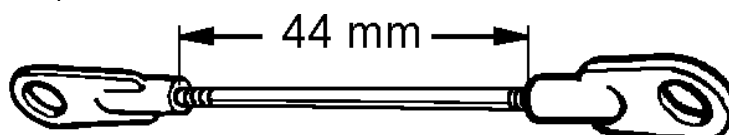
Tringleries A

Confectionner deux tringleries conformément à l'illustration, chacune avec une tringlerie filetée M2,5x30 et deux chapes à rotule.



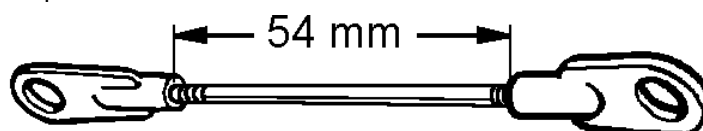
Tringleries B

Confectionner deux tringleries conformément à l'illustration, chacune avec une tringlerie filetée M2,5x65 et deux chapes à rotule.



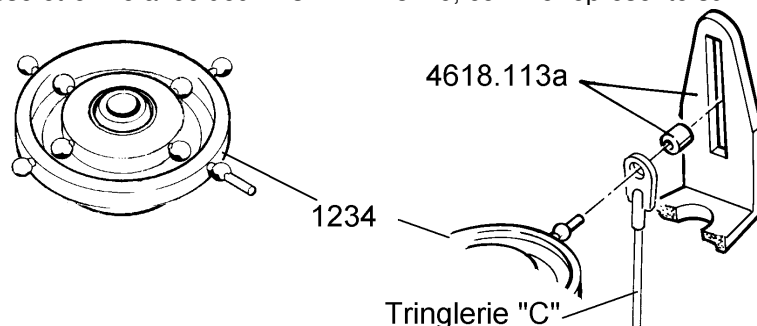
Tringleries C

Confectionner deux tringleries conformément à l'illustration, chacune avec une tringlerie filetée M2,5x75 et deux chapes à rotule.



1.6 Montage du plateau cyclique (Sachet J2-1)

Pousser la plaque du palier supérieur totalement vers le haut sur l'arbre du rotor principal, après avoir retiré les vis de fixation latérales, de façon à ce que le guide du plateau cyclique 4618.113A puisse être fixé avec deux vis BTR M3x16, comme représenté sur l'illustration.



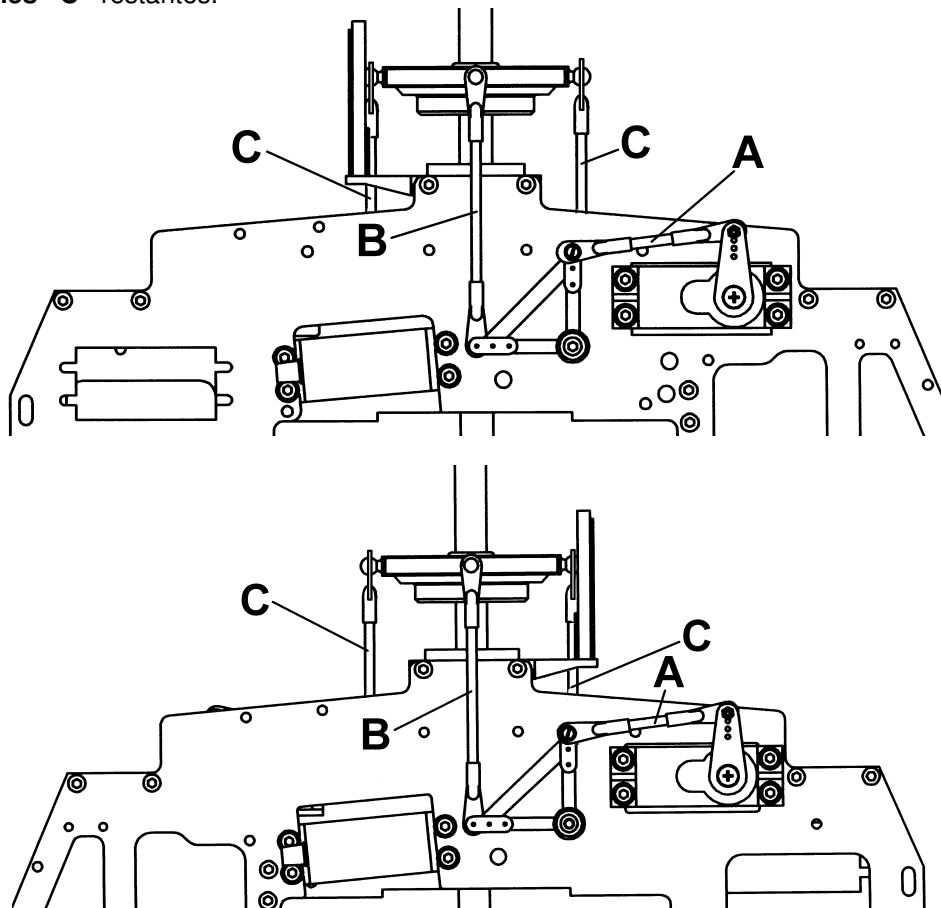
Connecter une tringlerie "C" sur la rotule de la cheville de guidage du plateau cyclique 1234. Introduire la douille en laiton sur la cheville de guidage graissée, puis placer le plateau cyclique sur l'arbre du rotor principal en engageant la cheville de guidage avec la douille dans le guide et en faisant passer la tringlerie "C" vers le bas, au travers de l'ouverture dans la plaque du palier supérieur. Repousser en suite le tout (Plateau cyclique et plaque du palier supérieur avec le guide) vers le bas, jusqu'à ce que la plaque du palier supérieur puisse être remontée dans sa position d'origine. Relier l'autre extrémité de la tringlerie "C" au servo arrière Longitudinal/Pas.

1.7 Montage des tringleries restantes

Relier le palonnier des servos de Latéral droit et gauche au palonnier de renvoi correspondant, chacun avec une **tringlerie (A)**.

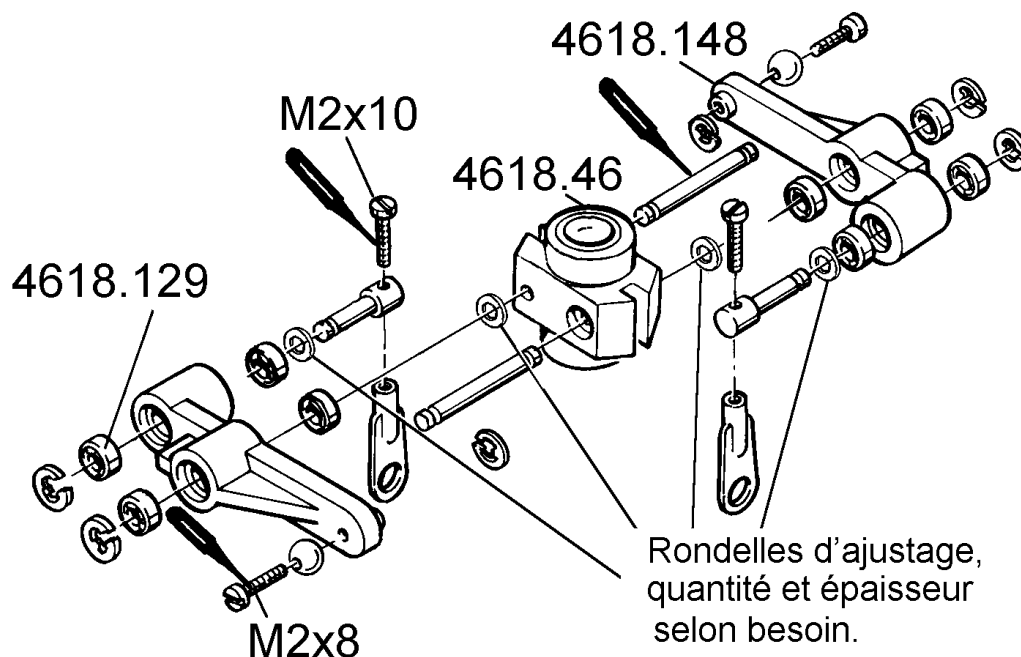
Relier les rotules latérales du plateau cyclique au palonnier de renvoi, chacune avec une **tringlerie (B)**.

Relier les rotules avant du plateau cyclique au servo avant Longitudinal/Pas avec les **tringleries "C"** restantes.

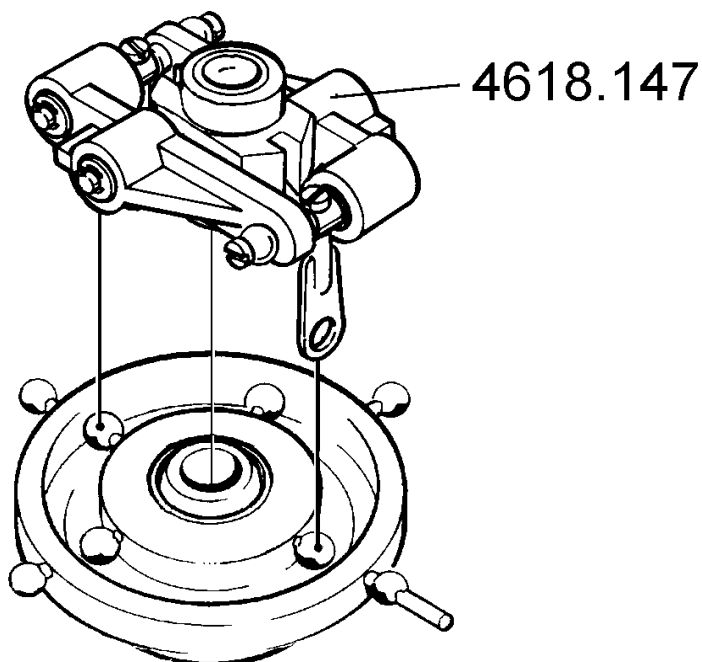


1.8 Compensateur de Pas (Sachet J2-1)

Le compensateur de Pas 4618.147 sera assemblé conformément à l'illustration.



Pour cela, les boulons en laiton munis d'un circlip seront d'abord collés avec de la colle pour palier dans les perçages de la pièce centrale 4618.46 du compensateur de Pas, de façon à ce que leur extrémité avec le circlip pénètre dans la dépression du perçage. Les bras du compensateur de Pas seront pourvus des roulements à billes 4618.129 et placés sur les extrémités dépassantes des boulons, en interposant au moins une rondelle d'ajustage entre la pièce centrale et chaque bras ; ceux-ci doivent pouvoir pivoter librement sur le boulon. Après avoir monté les circlips extérieurs, aucun jeu axial ne doit exister sur les boulons, autrement d'autres rondelles d'ajustage devront être interposées.



Placer le compensateur de Pas sur l'arbre du rotor principal et connecter les deux chapes sur les rotules de l'anneau intérieur du plateau cyclique indiquées sur l'illustration.

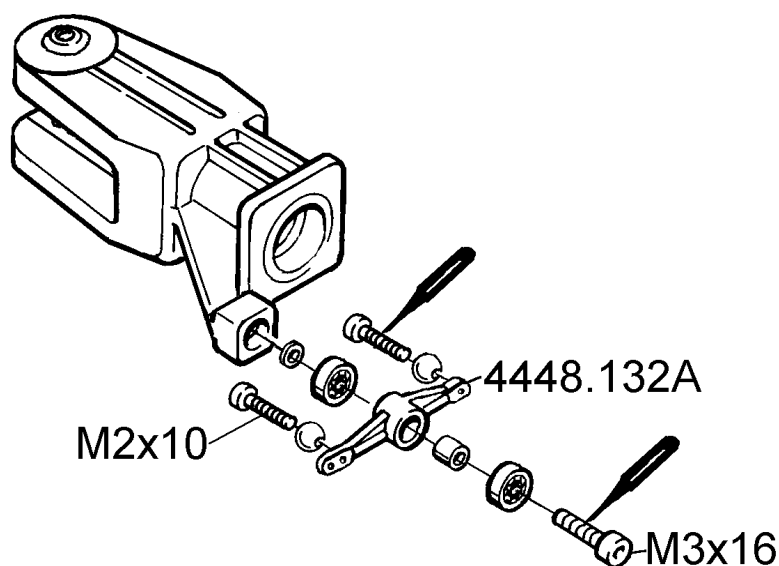
2. Assemblage de la tête du rotor principal (Sachet U2-10)

La tête du rotor principal sera assemblée conformément à l'illustration; tous les roulements à billes devront être graissés.

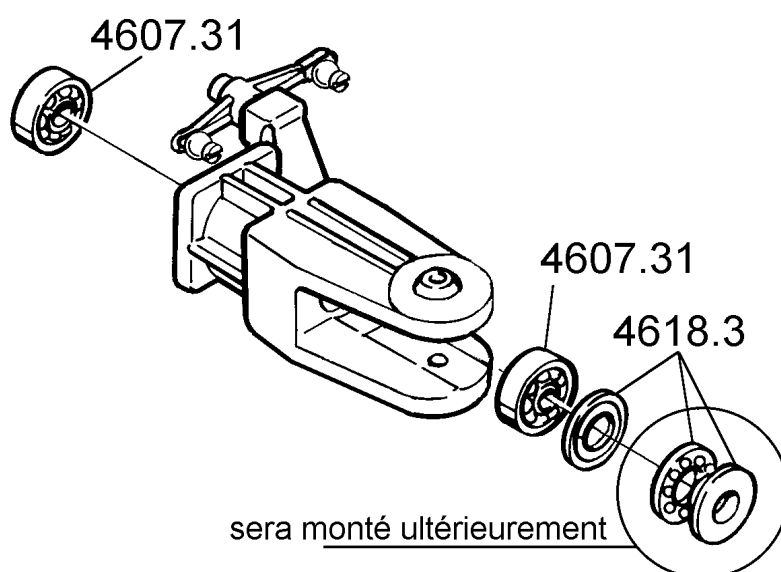
2.1 Préparation des porte-pales (Sachet U2-10A, U2-10B)

Les deux rotules seront d'abord montées sur les leviers de mixage 4448.132A avec une vis M2x10, puis les roulements à billes seront insérés des deux côtés en interposant la bague d'écartement en laiton.

Appliquer un peu de freine-filet sur toute la longueur du filetage des vis M3x16 et introduire celles-ci au travers des roulements à billes et de la bague d'écartement; veiller à ce que le freine-filet ne pénètre pas dans les roulements! Visser les leviers de mixage sur les porte-pales en n'oubliant pas d'interposer une bague d'écartement en laiton entre le roulement intérieur et le bras du porte-pale. Les leviers de mixage doivent pivoter librement dans les paliers; le cas échéant, les lubrifier avec de l'huile silicone.



Introduire les roulements à billes 4607.31 et la cuvette de la butée à billes 4618.3 jusqu'en butée dans les porte-pales, conformément à l'illustration.



Vérifier maintenant si les porte-pales préparés avec les roulements 4607.31 peuvent être glissés librement sur leur arbre 4682.29 ; le cas échéant, celui-ci devra être rectifié avec du papier abrasif fin (Grain >600) jusqu'à ce que les roulements puissent être glissés dessus.

2.2 Montage des porte-pales

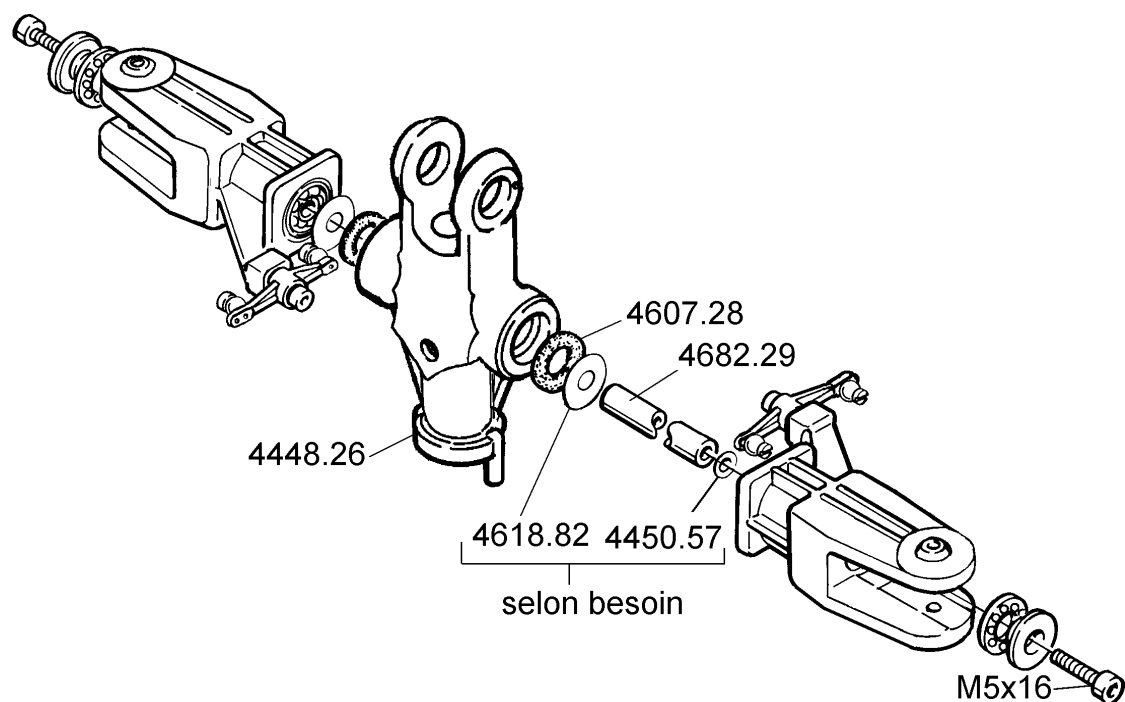
Introduire un joint torique 4607.28 de chaque côté dans la pièce centrale 4446.28 de la tête du rotor et introduire l'arbre des porte-pales graissé de façon à ce qu'il dépasse sur une longueur égale de chaque côté; les joints toriques ne doivent pas être repoussés vers l'extérieur.

Placer sur l'arbre une rondelle d'ajustage de 0,3mm de 4450.56, de chaque côté de la pièce centrale, puis un porte-pale en veillant à l'aligner de façon à ce que le bras avec le levier de mixage passe *avant* la pale (Voir l'illustration). Placer ensuite la cage à billes et l'autre cuvette bien graissées des butées 4618.3 et serrer les deux vis M5x16.

Vérifier le libre pivotement des porte-pales, pour cela, taper éventuellement sur le porte-pale et sur la pièce centrale avec le manche d'un tournevis afin que les paliers puissent prendre leur place, sans contrainte.

Lorsqu'un porte-pale ne pivote pas librement parce qu'il frotte contre la pièce centrale, une rondelle d'écartement 4450.57 devra être interposée sur l'arbre entre la cuvette de la butée à billes et l'un des deux roulements 4607.31.

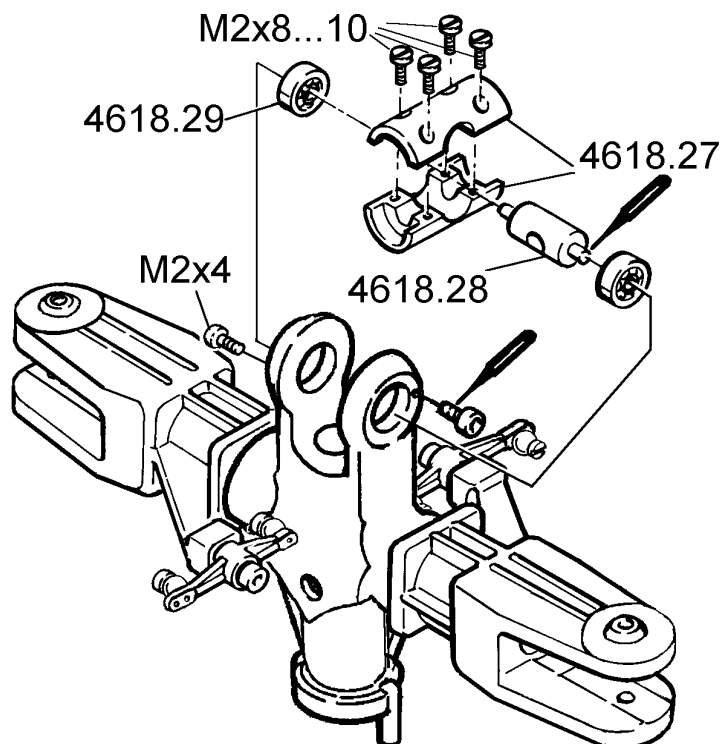
Lorsque le libre pivotement des porte-pales est assuré, les vis BTR M5x16 seront définitivement bloquées avec une application de freine-filet. Si une rondelle d'écartement 4450.57 a été interposée, il faudra serrer la vis avec précaution afin de ne pas déformer la rondelle en laiton.



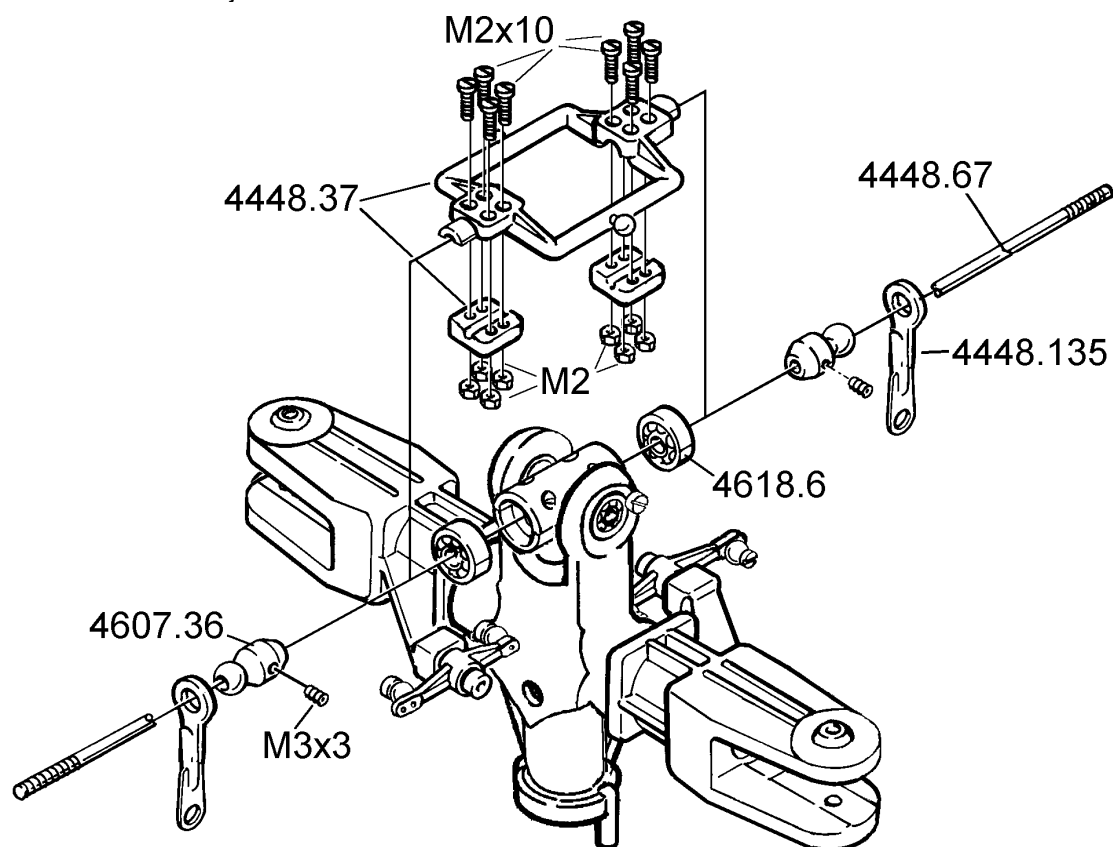
2.3 Montage du rotor auxiliaire (Sachet U2-10C, U2-10D)

Monter le basculeur 4618.27 conformément à l'illustration. Le perçage dans les pivots 4618.28 doit correspondre avec la boutonnière du basculeur afin que la barre des palettes puisse être passée ultérieurement au travers sans forcer, ni frotter. Les deux moitiés du basculeur seront provisoirement assemblées avec quatre vis M2x8 ou 10 (les "emprunter" pour l'instant à un autre groupe de pièces); cette fonction sera assurée ultérieurement avec les vis plus longues du frein de rotor. Les deux roulements à billes seront fixés dans la pièce centrale chacun avec une vis M2x4. Vérifier le libre pivotement du basculeur.

Dépolir la barre des palettes aux emplacements où sera fixé le pont de commande 4448.37 avec du papier abrasif; pour fixer ensuite le pont de commande, appliquer du freine-filet entre la barre et le pont pour l'empêcher de tourner dans ce dernier.

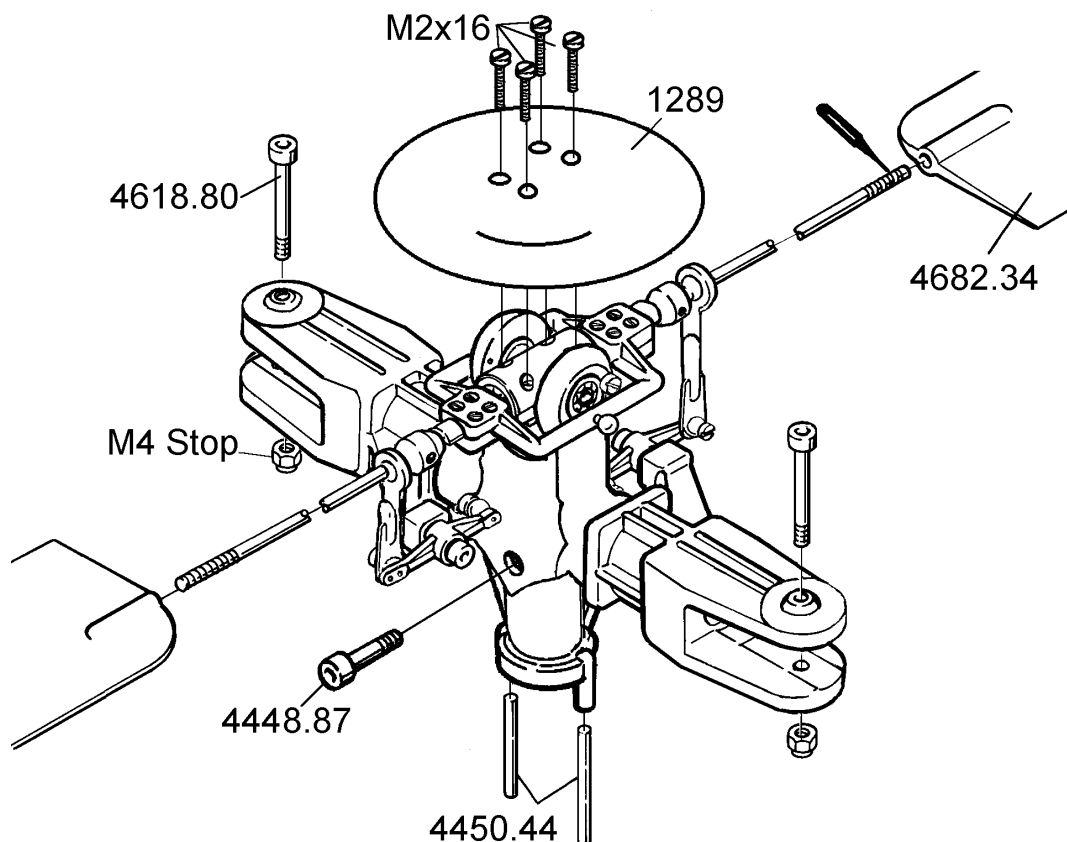


Insérer un roulement à billes 4618.6 dans chaque côté du basculeur. Introduire la barre des palettes 4448.64 au travers du basculeur et l'aligner exactement au milieu de façon à ce qu'elle dépasse des paliers sur la même longueur de chaque côté, puis monter le pont de commande 4448.37 comme déjà décrit.



Placer les bagues d'arrêt à rotule 4607.36 de chaque côté sur la barre des palettes, contre le pont de commande. Avant de visser les vis pointeau M3x3, appliquer du freine-filet dans les taraudages des bagues d'arrêt à rotule. Connecter les doubles-chapes à rotule 4448.135.

Visser les palettes 4682.34 avec une application de freine-filet sur une longueur exacte de 15mm sur les extrémités filetées de la barre et les aligner parfaitement parallèles entre-elles et avec le pont de commande.



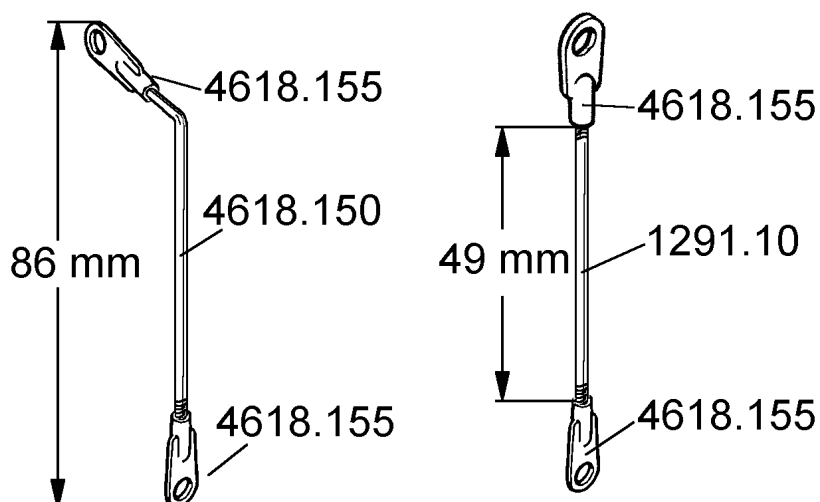
Retirer les vis qui ont été utilisée provisoirement sur le basculeur et fixer sur celui-ci le frein de rotor 1289 avec les quatre vis M2x16.

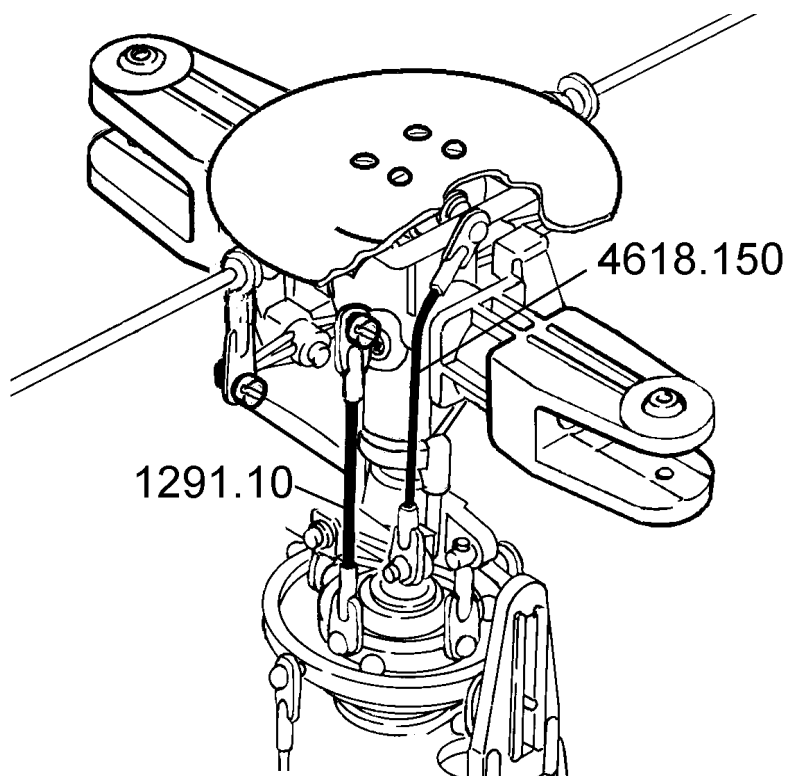
Insérer les deux chevilles de guidage 4450.44 pour le compensateur de Pas dans la pièce centrale de la tête de rotor avec une application de freine-filet.

2.4 Montage de la tête du rotor principal (Sachet U2-10E)

Placer la tête du rotor principal sur l'arbre; veiller à ce que le perçage dans la tête du rotor corresponde avec le perçage transversal supérieur de l'arbre, puis fixer la tête avec la vis spéciale 4448.87. Monter les tringleries 4618.150 et 1291.10 conformément au dessin.

Confectionner deux tringleries droites et deux tringleries coudées conformément à l'illustration.





La tringlerie 4618.150 devra encore être réglée pour obtenir la plage de réglage de Pas maximum possible, en procédant comme suit:

Pousser le plateau cyclique totalement vers le haut; pour cela, déconnecter éventuellement la chape à rotule sur l'anneau extérieur. Le plateau cyclique doit alors buter exactement contre le compensateur de Pas, lorsque celui-ci bute lui-même contre le bord inférieur de la tête du rotor.

Si ce n'est pas le cas, la tringlerie coudée 4618.150 devra être réglée :

- Le plateau cyclique bute contre le compensateur de Pas, mais il subsiste encore un écart entre ce dernier et la tête du rotor : → Raccourcir les deux tringleries.
- Le compensateur de Pas bute contre la tête du rotor, mais il existe encore un écart entre le plateau cyclique et le compensateur de Pas : → Rallonger les deux tringleries.

Veiller à régler les deux tringleries de façon à ce qu'elles aient absolument la même longueur.

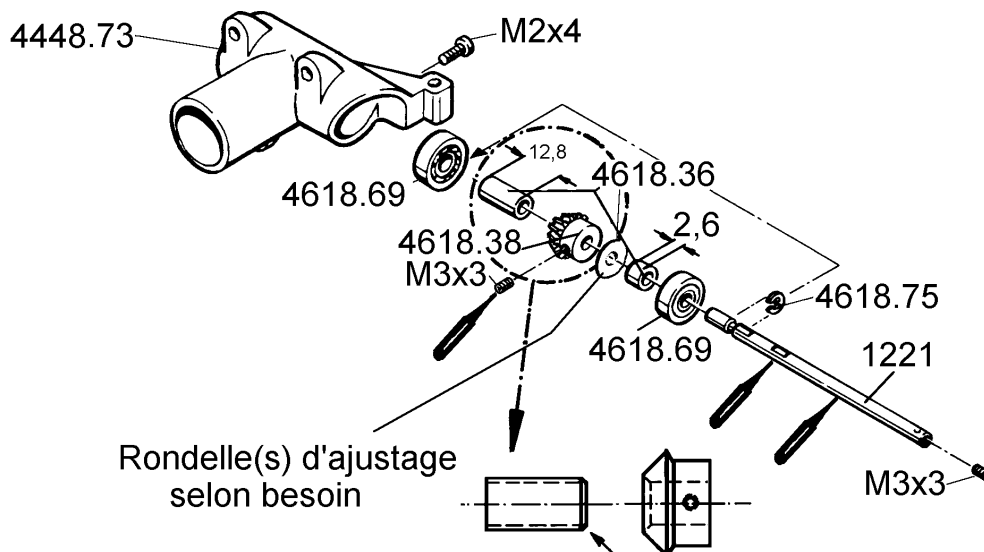
Effectuer finalement le réglage précis du rotor auxiliaire de façon à ce que les palettes Hiller soient parallèles au plateau cyclique, lorsque celui-ci est aligné horizontalement. Pour cela, régler la tringlerie 4618.150 en contre-partie, mais pas seulement une seule tringlerie !

La plage de réglage d'incidence des pales du rotor dépend aussi entre-autres de la position de montage des rotules des double-chapes (entre la barre des palettes et les leviers de mixage sur les porte-pales) : Le montage des rotules dans les perçages extérieurs augmente la plage du Pas d'environ 4,5° par comparaison au montage dans les perçages intérieurs.

Lors du réglage de la course de la commande du Pas, s'assurer qu'avec le Pas minimum (Position la plus basse du plateau cyclique) les deux chevilles de guidage de la tête du rotor soient encore suffisamment engagées dans le compensateur de Pas, car autrement le modèle pourra devenir incontrôlable.

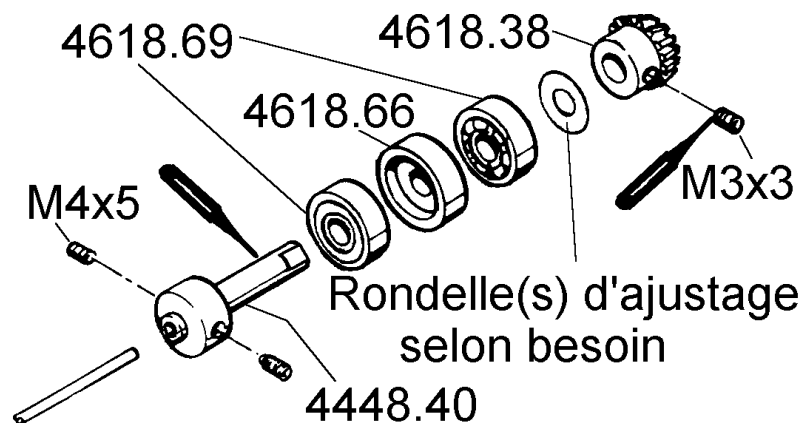
3. Assemblage du mécanisme du rotor de queue (Sachet J2-2, J2-2A)

Insérer le circlip 4618.75 sur l'arbre 1221. Glisser la bague d'écartement 4618.36 (avec le chanfrein pour le pignon conique) et le pignon conique 4618.38 sur l'arbre et les presser contre le circlip. Appliquer du freine-filet dans les taraudages du pignon conique et serrer ensuite les vis pointeau M3x3; l'une des deux vis doit venir en appui sur le méplat de l'arbre du rotor de queue. Les vis pointeau ne devront pas être exagérément bloquées afin que le pignon conique tourne rond ultérieurement. Placer la bague d'écartement courte, 1 ou 2 rondelles d'ajustage et le roulement à billes 4618.69 en les poussant contre le pignon conique. Introduire l'ensemble dans le carter du rotor de queue 4448.73 jusqu'en butée et le fixer avec la vis M2x4. Vérifier que l'arbre ne présente aucun jeu axial; le cas échéant interposer d'autres rondelles d'ajustage 5/10x0,1. S'assurer que le palier ne soit pas comprimé, autrement réduire le nombre de rondelles d'ajustage ou les échanger contre une rondelle plus fine.

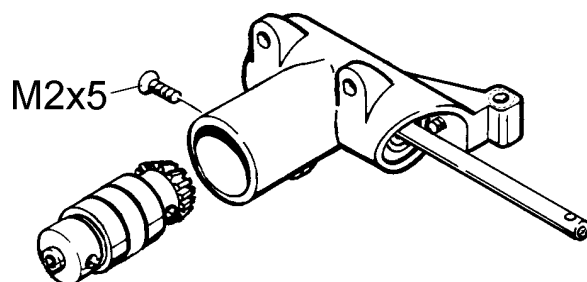


Introduire sur l'arbre d'entrée du rotor de queue 4448.40 les deux paliers 4618.69 et la bague d'écartement 4618.66 avec une application de colle pour palier, Réf. N°951, conformément à l'illustration. Les paliers ne devront pas être comprimés, le cas échéant les tapoter (par ex. avec le manche d'un tournevis) de façon à ce qu'ils se placent correctement sur l'arbre; laisse ensuite durcir la colle pour palier.

Placer une rondelle d'ajustage 5/10x0,1 et le pignon conique 4618.38 d'abord sans application de colle pour palier, Réf. N°951, conformément à l'illustration. Visser les vis pointeau M3x3 dans le pignon conique de façon à ce que l'une des deux vienne en appui sur le méplat de l'arbre d'entrée.



Introduire l'ensemble de l'arbre de transmission terminé dans le carter du rotor de queue de façon à ce que le perçage dans la bague d'écartement 4618.66 corresponde avec celui du carter et serrer ensuite la vis M2x5.



Introduire une tige (un tournevis ou autre) au travers des taraudages de l'accouplement 4448.40. Tirer fermement sur l'accouplement avec cette poignée improvisée (contre le vissage avec la vis à tête fraisée) afin que l'ensemble de la transmission se place dans le carter du rotor de queue de façon à ce que le jeu d'engrènement maximal possible des pignons coniques sous charge soit obtenu. Vérifier maintenant que la transmission du rotor de queue tourne librement, avec un jeu d'engrènement des pignons coniques juste perceptible.

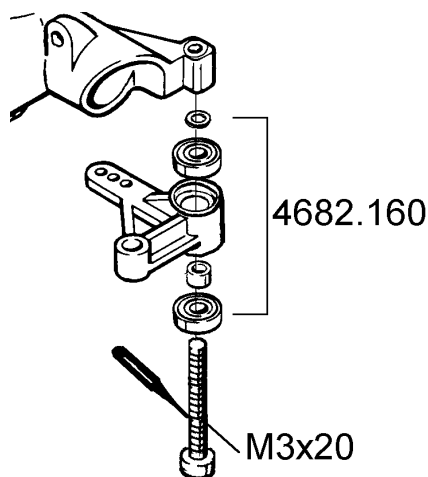
Si le jeu d'engrènement est trop faible et que les pignons tournent ainsi difficilement, démonter la transmission, retirer les rondelles d'ajustage et la remonter; avec au contraire un jeu d'engrènement trop important, d'autres rondelles d'ajustage devront être interposées. En tirant en correspondance sur la transmission comme décrit ci-dessus, le jeu d'engrènement nécessaire des pignons coniques pourra être obtenu.

Note: Si le jeu d'engrènement ne peut pas être réglé de façon satisfaisante, cela peut provenir que par suite des tolérances de fabrication le pignon conique se trouve trop éloigné extérieurement sur l'arbre du rotor de queue et qu'il ne présente aucun engrènement correct avec le pignon conique sur l'arbre d'entrée. Cela se remarque lorsque le pignon conique sur l'arbre d'entrée frotte déjà visiblement de la pointe des dents sur la bague d'écartement longue, bien qu'un jeu d'engrènement soit existant. Dans ce cas, la bague d'écartement longue devra être raccourcie et d'autres rondelles d'ajustage seront interposées entre la bague d'écartement courte et le palier 4618.69 comme compensation, jusqu'à ce que le faible jeu d'engrènement désiré soit réglé.

Démonter à nouveau les deux ensembles, glisser le palier sur l'arbre du rotor de queue ainsi que le pignon conique sur l'arbre d'entrée avec une application de colle pour palier, Réf. N°951 et remonter définitivement le tout; bloquer aussi définitivement les vis pointeau avec du freine-filet.

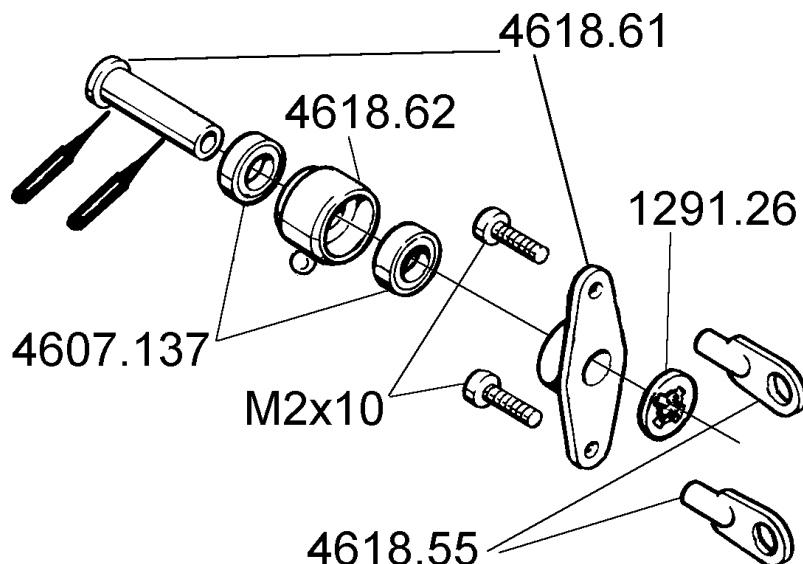
4. Montage du palonnier de renvoi et du pont de commande (Sachet U2-11B)

Placer sur la vis BTR M3x22 le levier de commande du rotor de queue 4682.160 avec les roulements à billes insérés (Ne pas oublier la bague d'écartement !) et la rondelle d'écartement.



Fileter la vis avec le levier monté sur quelques tours dans le carter du rotor de queue, mais ne pas la bloquer, car le pont de commande devra d'abord être monté comme décrit dans le prochain paragraphe.

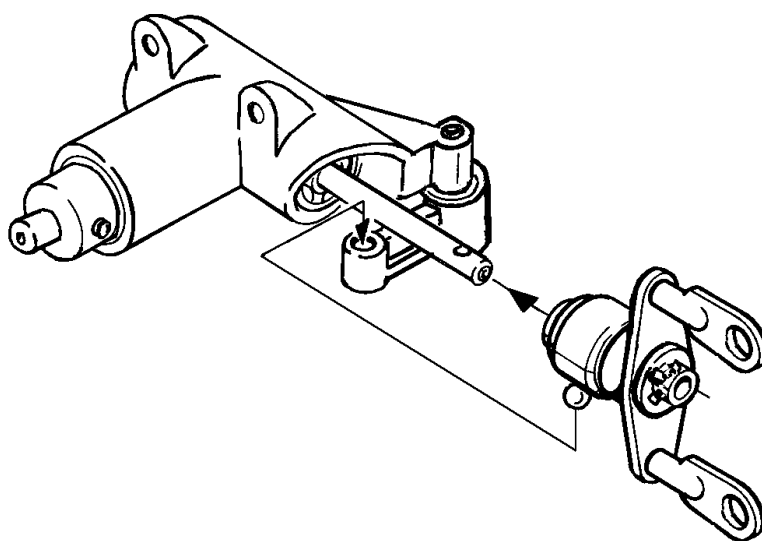
Insérer les roulements à billes 4607.137 jusqu'en butée dans la bague de commande 4618.62. Placer l'ensemble en appliquant un peu de freine-filet dans le manchon de commande 4618.61 (ne pas le laisser pénétrer entre la bague et le manchon !) avec la collerette de ce dernier contre l'anneau intérieur du roulement.



Munir le pont de commande 4618.61 des deux chapes à rotule 4618.55, le placer sur le manchon de commande et contre l'anneau intérieur de l'autre roulement à billes. Placer la rondelle éventail 1291.26 sur le manchon et la presser contre le pont de commande.

Vérifier maintenant si la bague peut tourner librement sur le pont de commande, mais sans présenter aucun jeu axial. Si la bague tourne difficilement, c'est probablement que les deux roulements sont comprimés entre-eux, ce qui peut généralement être supprimé en les frappant avec le manche d'un tournevis.

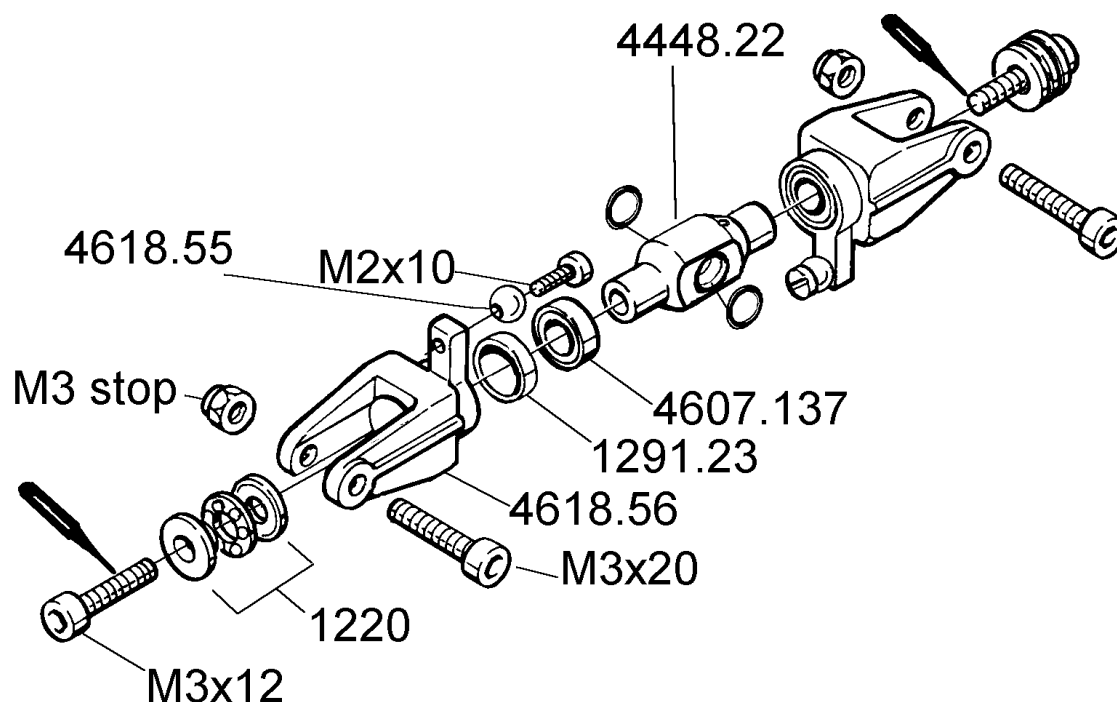
Placer le pont de commande sur l'arbre du rotor de queue, puis connecter le levier sur la rotule de la bague de commande et bloquer la vis M3x20.



5. Montage de la tête du rotor de queue (Sachet UM-11C)

Monter la tête du rotor de queue conformément à l'illustration ; graisser préalablement tous les paliers. Visser les vis de fixation des porte-pales M3x12 dans le moyeu, avec une application de colle pour palier 603, de façon à ce que les porte-pales puissent encore pivoter librement.

Ne pas laisser pénétrer la colle pour palier dans les roulements !

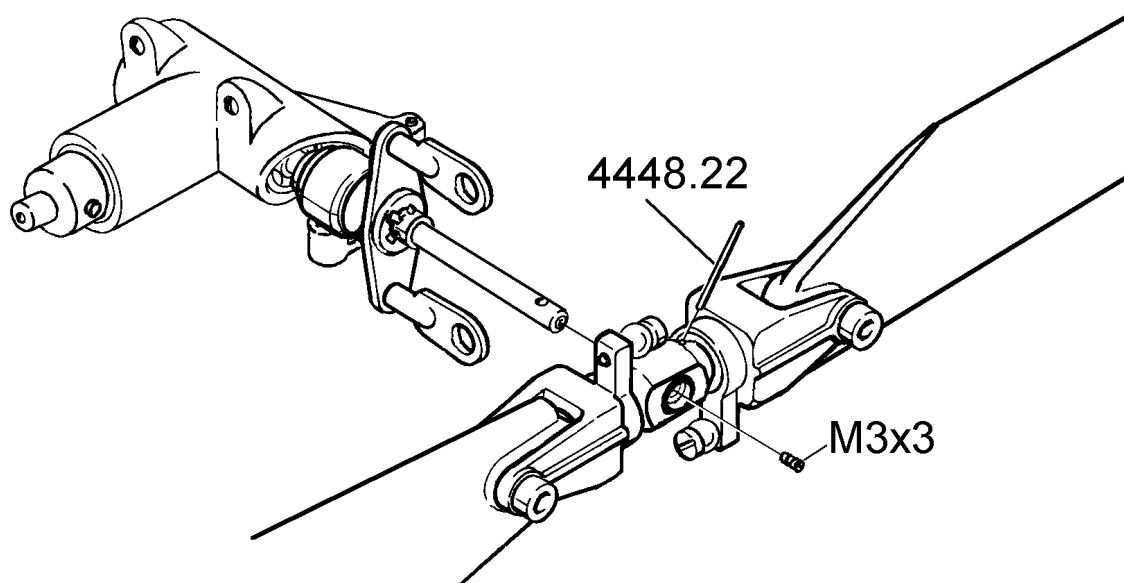


Insérer les deux joints toriques dans le moyeu 4448.22 de façon à ce qu'ils se placent dans les deux rainures. Huiler les joints toriques et placer la tête du rotor de queue sur l'arbre de celui-ci de façon à ce que le perçage transversal de l'arbre et celui du moyeu correspondent l'un avec l'autre, le fixer avec la goupille 4448.22 et la vis pointeau M3x3.

Veiller ici à l'alignement du moyeu (Voir l'illustration).

Fixer les pales du rotor de queue avec les deux vis M3x20 ; ne pas bloquer trop fortement ces vis de façon à ce que les pales puissent encore pivoter afin qu'elles puissent prendre leur alignement optimal en rotation.

Observer l'alignement des pales du rotor de queue ; lorsqu'il est observé du côté gauche, le rotor tourne dans le sens horaire, le bras du porte-pale passe avant la pale.



6. Montage de l'installation R/C

6.1 Montage des éléments R/C

Il conviendra de suivre exactement les conseils qui vont suivre pour le montage des éléments R/C afin d'obtenir la plus haute sécurité de fonctionnement possible du modèle.

La commande de la Turbine se fait par un micro-contrôleur, autrement dit un petit ordinateur avec sa propre alimentation et un Bus de transmission des données entre l'ECU, l'interface de la Turbine et la platine de connexion pour le GSU. Comme un système de ce genre provoque évidemment des perturbations de haute fréquence, une séparation la plus éloignée possible avec les éléments de la réception doit être prévue, de même qu'une disposition parallèle ou des croisements entre les câblages correspondants doivent être évités.

6.2 Alimentation

L'alimentation de la réception se fait par un accu NC à 4 éléments de 4,8 V de 2 Ah au minimum, disposé dans la pointe avant du fuselage. Deux cordons d'alimentation Power (Réf. N°3050) seront montés l'un à côté de l'autre. Les fils des cordons seront soudés entre-eux, après avoir retiré le connecteur G2 et rallongés avec du fil extra-souple d'une section d'au moins 2,5mm². L'accu sera connecté par des prises à contacts dorés G2. L'alimentation de la réception se fera ainsi par deux interrupteurs et quatre cordons, de façon à assurer une haute sécurité.

Le cordon de l'accu pour la Turbine sera raccourci juste à la longueur nécessaire, pourvu d'une prise de charge et relié à l'ECU qui sera disposée le plus éloigné possible du récepteur.

6.3 Récepteur, système de gyroscope

Le récepteur et le système de gyroscope seront installés le plus éloigné possible de l'ECU ; le récepteur et l'électronique du gyroscope seront câblés entre-eux et enrobés dans du caoutchouc mousse et le palpeur du gyroscope sera collé sur le fond du fuselage avec de la bande adhésive double-face.

6.4 Cordons de rallonge des servos

Des cordons de rallonge seront nécessaires pour le raccordement des servos montés dans la mécanique (Plateau cyclique, frein de rotor...) ; ils seront réunis en faisceau afin qu'ils puissent rester connectés sur le récepteur lorsque la liaison avec la mécanique devra être séparée.

6.5 Antenne de réception

La disposition de l'antenne de réception sera effectuée conformément aux indications données dans les instructions de montage du kit de fuselage. Généralement, le fil d'antenne est introduit dans une gaine en plastique (Réf. N°3593) disposée à l'intérieur du fuselage, bien éloignée de toutes les impulsions parasites rayonnées par les éléments de la mécanique de façon à ce qu'elle forme ainsi de tous côtés une surface de réception efficace.

6.6 Electronique de commande de la Turbine (ECU)

L'ECU sera installée, comme déjà indiqué, la plus éloignée du récepteur et avec la connexion pour l'accu orientée vers l'avant.

La platine de raccordement des LED sera montée de façon à ce que ces derniers puissent être observés, par ex. par une fenêtre et que le GSU puisse être raccordé.

La mécanique comprend des câblages préparés pour la liaison de l'ECU avec la Turbine et la platine de raccordement des LED:

- Un câblage (env. 50 cm de longueur) pour relier l'ECU avec les valves de fermeture pour le gaz et le carburant ainsi qu'avec la pompe à carburant. Ce raccordement est réuni dans une boîte d'interface sur le côté de la mécanique, au-dessus de la pompe et de la plate-forme des valves et se termine par un connecteur multiprises ; à l'autre extrémité se trouvent les raccordements aux deux côtés de l'ECU qui sont repérés en correspondance. Il faudra veiller particulièrement ici à la polarité du raccordement des différentes prises, celles-ci resteront néanmoins connectées même avec un démontage de la mécanique ; la séparation se fera en retirant le connecteur multiprises (rouge) du coffret d'interface.
- Un cordon à trois conducteurs (env. 30 cm de longueur) avec un connecteur multiprises (vert) pour relier l'ECU au raccordement pour la bougie et le moteur de démarrage sur la boîte d'interface inférieure.
- Un cordon noir avec des prises RJ45 ("Westem"), (env. 30 cm de longueur) pour relier l'ECU aux palpeurs de régime et de température avec un connecteur dans la boîte d'interface inférieure.

- Un cordon du même genre pour relier l'ECU à la platine de raccordement des LED.

Le cordon restant d'env. 1m de longueur sert au besoin pour le raccordement du GSU sur la platine des LED.

6.7 Mesures de précaution supplémentaires

D'une façon générale, il faut soigneusement veiller à ce que toutes les pièces, les cordons et les connecteurs soient correctement fixés et qu'il ne reste aucune pièce libre dans le fuselage qui pourrait être aspirée par la Turbine.

Pour obtenir une sécurité supplémentaire contre une déclaration de feu à l'intérieur du fuselage et même dans ce cas pour garder le contrôle du modèle et limiter les dégâts, d'autres dispositions pourront être prises:

- Les durits de gaz pourront être habillées avec de la gaine spirale en silicone, de même que les durits à carburant ou d'évacuation de gaz pour empêcher qu'une flamme même de courte durée ne les brûle et que le gaz s'enflamme.
- Tous les cordons seront disposés le plus à plat possible sur le fond du fuselage et protégés supplémentaires avec de la gaine spirale silicone contre tout risque d'inflammation.
- Tous les cordons de servo **importants** (Plateau cyclique) seront réunis en faisceau et également protégés contre tout risque d'inflammation avec de la gaine spirale silicone.
- Tous les cordons de servo **non importants** (Train escamotable, éclairage, etc...) seront disposés et protégés de la même façon et un fusible (env. 3...6A) sera interposé en supplément dans le câblage d'alimentation. Ainsi, même un court-circuit à la suite d'un cordon brûlé ne mettra pas hors fonction l'ensemble de la réception.
- Veiller surtout en été à ce qu'aucun gaz enflammé ne se forme à l'intérieur du fuselage. Lorsque le modèle ne sera pas utilisé, retirer les deux portes pour assurer une circulation d'air dans le fuselage.
- Vérifier régulièrement l'étanchéité du circuit de gaz liquide (Même après plusieurs jours, un remplissage de gaz ne doit pas s'échapper du réservoir).
- Lubrifier occasionnellement la valve de remplissage de gaz avec un peu d'huile silicone, le joint en caoutchouc se déforme légèrement au contact du gaz liquide et perd ainsi son étanchéité. La disposition des valves vers l'extérieur a été choisie intentionnellement, afin que même avec une valve de remplissage non étanche, aucun gaz ne se concentre à l'intérieur du fuselage (le gaz utilisé est plus lourd que l'air).

7. Pales du rotor principal

La tête du rotor principal ne comprend pas d'articulations pour le battement des pales qui sont elle-mêmes flexibles en correspondance. Les pales de rotor prévues pour cette mécanique sont en outre souples au cintrage, tout en étant très rigides à la torsion, ce qui est nécessaire pour une rotation impeccable.

Selon le type d'hélicoptère, les gaz d'échappement chauds de la Turbine touchent plus ou moins le rotor principal, ce qui ne cause pas de problème lorsqu'il est en rotation et même lorsque les gaz d'échappement sont aspirés directement vers le haut, comme par ex. avec le NH 90. Il faut cependant noter qu'une pale ne devra pas se trouver au dessus de la sortie des gaz lorsque le rotor est arrêté, car elle pourrait être détériorée par la chaleur dégagée. Ceci vaut particulièrement lors du démarrage de la Turbine, mais aussi pendant les arrêts intermédiaires, par ex. pour régler le plan de rotation des pales. Pour arrêter la Turbine après le vol, elle devra être coupée avant que le rotor soit arrêté.

En cas d'utilisation d'autres pales de rotor que celles conseillées, il conviendra de s'assurer qu'elles aient le même comportement au cintrage et la même rigidité à la torsion, autrement il aura un sérieux danger de rupture des pièces de la tête du rotor par une surcharge.

Il ne faudra utiliser en aucun cas des pales de rotor principal et de rotor de queue en métal.

8. Montage de la mécanique dans le fuselage

La mécanique sera montée dans un fuselage disponible séparément, conformément aux instructions fournies avec celui-ci.

9. Travaux de réglage

9.1 Connexion du plateau cyclique

La commande du plateau cyclique par les quatre servos devra d'abord être réglée comme suit:

- Mettre d'abord les servos au neutre avec le manche de commande de Pas en position milieu par le montage correspondant du palonnier et au moyen du réglage du neutre dans l'émetteur.
- Dans la position neutre des servos Latéral/Pas, le palonnier doit être exactement vertical et le bras du palonnier de renvoi auquel est reliée la tringlerie allant au plateau cyclique doit être exactement horizontal, de même que le palonnier des servos Longitudinal/Pas. Dans cette position des servos, le plateau cyclique doit être exactement horizontal, ce qui devra être réglé avec les quatre tringleries verticales. Pour effectuer le réglage, déconnecter d'abord une tringlerie du plateau cyclique et régler le plateau cyclique horizontalement avec les trois tringleries restantes. Régler ensuite la longueur de la quatrième tringlerie déconnectée de façon à ce qu'elle puisse être re-connectée sur le plateau cyclique, sans exercer d'effort sur le servo.
- Le sens de la course des servos et le sens de la fonction des éléments (Longitudinal, Latéral, Pas) devront être réglés dans le mixeur du plateau cyclique; pour ce processus de réglage, une des tringleries allant au plateau cyclique devra aussi être déconnectée: Pour l'augmentation du Pas, toutes les tringleries doivent se mouvoir vers le haut et déplacer ainsi axialement le plateau cyclique. Si ce n'est pas le cas avec différents servos, inverser **le sens de leur course**.

Avec la commande Longitudinal, le plateau cyclique doit s'incliner vers l'avant; s'il s'incline à la place vers l'arrière, la **fonction Longitudinal** devra être inversée **dans le mixeur du plateau cyclique**.

Avec la commande Latéral vers la droite, le plateau cyclique doit basculer vers la droite; s'il bascule à la place vers la gauche, la **fonction Latéral** devra être inversée **dans le mixeur du plateau cyclique**.

9.2 Réglage de la commande cyclique

Le réglage de base des commandes Roll (Latéral) et Nick (Longitudinal) doit déjà être correct si les tringleries ont été montées conformément aux instructions. Comme le point de connexion des tringleries sur le palonnier des servos a été indiqué, le réglage de la course des servos sera effectué ultérieurement par les options de réglage électronique dans l'émetteur. Veiller à ce que la course ne soit pas réglée trop grande afin que le plateau cyclique ne bute pas sur l'arbre du rotor principal sur les fins de course du manche de commande des fonctions Latéral et Longitudinal et que la commande du Pas ne puisse plus se déplacer librement axialement.

9.3 Réglage du Pas du rotor principal

La valeur de réglage du Pas sera mesurée avec un calibre de pales (Accessoire spécial, non fourni dans le kit de montage). Le tableau ci-dessous indique des valeurs de départ; les valeurs réellement nécessaires dépendent des pales de rotor utilisées et du modèle.

	Minimum	Vol stationnaire	Maximum
Vol stationnaire (Hover)	+1 °	9...10 °	18 °
Vol de croisière (Cruise)	+1 °	8...9 °	18 °
Autorotation	+1 °	10 °	18 °

Les réglages du Pas seront effectués de préférence dans l'émetteur, comme suit:

1. Mesurer le Pas pour le vol stationnaire et le régler correctement mécaniquement.
2. Mesurer les Pas maximum et Minimum et les régler par le réglage de la courbe de Pas dans l'émetteur.

9.4 La commande de la puissance

La commande de la puissance se fait automatiquement par le régulateur de régime de la Turbine, le régime désiré sera simplement pré-sélectionné sur l'émetteur dans une plage entre 1150 et 1260 t/m. Toutes les fonctions de commande de la turbine seront actionnées par une seule voie, dans le cas le plus simple par l'intermédiaire d'un curseur linéaire:

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| • COUPE | Butée inférieure |
| • Standby | Position milieu |
| • Départ | Butée supérieure |
| • Ralenti | A nouveau sur la position milieu |
| • Régime constant | Position milieu...Butée supérieure |
| • Coupure automatique | Butée inférieure |

Les possibilités de programmation des ensembles R/C modernes, comme par ex. mc-22 ou mc-24, permettent de plus un maniement beaucoup plus confortable des commandes de la Turbine:

- La commutation de COUPE sur STANDBY se fera avec la limite de gaz.
- Le régime entre le ralenti (Butée inférieure) et le régime constant dépendant de la phase de vol (Butée supérieure) sera réglé par un curseur linéaire séparé.
- Le démarrage de la Turbine sera déclenché par une touche momentanée séparée.
- L'arrêt et le refroidissement de la Turbine se feront par l'activation de la limite de gaz.

A titre d'exemple, cette configuration sera programmée avec l'émetteur mc-24 comme suit:

1. Placer le point final de la courbe de gaz sur "0" avec CLEAR dans le mixeur hélicoptère, de façon à obtenir une droite horizontale par le point 0.
2. Dé-commuter le trim du manche de commande Gaz/Pas dans le menu "Réglage des manches".
3. Attribuer l'organe de commande pour la limite de gaz (Curseur linéaire ou Inter) dans le menu "Réglage des organes de commande".
4. Attribuer le curseur pour le réglage du régime sur "Gaz (K6)" dans le menu "Réglage des organes de commande", réduire la course symétriquement sur + 50%, déplacer le point milieu vers le haut sur + 50% et régler 5 secondes de temps de retardement dans les deux sens.
5. Programmer un mixeur linéaire libre qui sera actionné avec la touche momentanée (Départ): "S → 6", proportion de mixage symétrique, touche pressée : -100%, touche en position repos : 0%.

Lorsqu'un régime différent, dépendant d'une phase de vol sera désiré, celui-ci sera réglé dans chaque phase de vol par le réglage des organes (Gaz (6) – Course asymétrique – Position du curseur en haut).

9.5 Autres réglages

1. Sens de la course des servos

Régler le sens de la course des servos restants conformément aux indications données dans les instructions.

2. Dual-Rate

Des amplitudes de course commutables pourront être réglées pour les commandes Longitudinal, Latéral et Anti-couple. Une commutation entre 100% et 75% est conseillée comme réglage de base.

3. Fonction exponentielle

Laisser le réglage de base sur la courbe de commande linéaire.

4. Réglage du neutre de la course des servos

N'effectuer aucun réglage pour le moment; de petites corrections pourront être effectuées ultérieurement.

5. Réglage de la course des servos

La course maximale des servos pourra être réglée en veillant toutefois à ce que la même valeur de réglage soit établie dans les deux sens; autrement, il se produira une différence de débattement indésirable.

Pour le servo de commande du plateau cyclique (Fonction du Pas), il faudra veiller à ce que la course soit réglée symétriquement sur les mêmes valeurs dans les deux sens.

La fonction du Pas doit commander une plage de réglage de l'incidence des pales de $+1^\circ$ jusqu'à $+18^\circ$, de même avec un débattement symétrique.

Avec les réglages de base maintenant effectués, la position milieu du manche de commande de Pas (Point du vol stationnaire) donne une valeur de Pas d'environ $9,5^\circ$.

Note: La courbe de Pas sera réglée ultérieurement en correspondance des exigences pratiques. Cependant, lorsque des débattements différenciés ont été déjà donnés dans le réglage de base, ils compliquent ces synchronisations ultérieures!

6. Compensation statique du couple

Pour compenser les variations du couple avec l'actionnement de la commande du Pas, le servo du rotor de queue est couplé avec la fonction du Pas par un mixeur dans l'émetteur.

La proportion de mixage pour le vol ascendant et descendant pourra être réglée séparément avec la plupart des émetteurs. Valeurs conseillées pour le réglage de base: Vol ascendant: 35%, vol descendant: 15%.

7. Réglage du gyroscope

Le gyroscope amorti les pivotements indésirables de l'hélicoptère sur son axe vertical (Axe de lacet) qu'il détecte lui-même et il intervient en correspondance sur la commande du rotor de queue. Pour cela, l'électronique du gyroscope est commutée entre le servo du rotor de queue et le récepteur; la plupart des systèmes permettent en outre un réglage ou la commutation de deux valeurs de l'effet du gyroscope par une voie supplémentaire sur l'émetteur. Selon le système de gyroscope utilisé, cette voie sera commandée par un organe proportionnel (Curseur linéaire ou bouton de réglage), ou par un commutateur.

Veiller à ce que le sens de l'effet du gyroscope soit correct; sur un pivotement dans un sens de la poutre arrière, il doit réagir par un débattement de la commande du rotor de queue dans le sens opposé. Si ce n'est pas le cas, chaque pivotement du modèle sera encore amplifié par le gyroscope! La plupart des systèmes de gyroscope comprennent un commutateur inverseur pour régler le sens de l'effet et qui devra être placé sur la position correspondante. Certains systèmes qui ne possèdent pas ce genre de commutateur devront être montés en position inversée.

Avec tous les systèmes de gyroscope, le réglage optimal devra être effectué en vol, car différents facteurs interviennent dans cette condition.

Le but du réglage est d'obtenir la plus grande stabilisation possible par le gyroscope sans que le modèle entre en oscillations (Balancements de la poutre arrière) par un réglage trop fort de l'effet.

Conseils particuliers pour l'utilisation des systèmes de gyroscope Graupner/JR "PIEZO 550" en liaison avec un ensemble R/C à micro-ordinateur (Par ex. mc-12 à mc-24)

1. Régler la course sur la voie du servo du rotor de queue dans l'émetteur sur $\pm 100\%$.
2. Désactiver absolument un mixeur de gyroscope (« Gyro-Control ») éventuellement existant qui réduit l'effet du gyroscope en actionnant la commande du rotor de queue.
3. Déconnecter la tringlerie du servo du rotor de queue.
4. Actionner la commande du rotor de queue sur l'émetteur: aux environs des 2/3 de la course de commande, le servo doit rester immobilisé sur chaque sens, même lorsque le manche est déplacé plus loin (Limitation de course).
5. Connecter la tringlerie de commande sur le servo de façon à ce que les fins de course mécaniques du rotor de queue correspondent avec la limitation de course (Le servo ne devra pas être bloqué par les fins de course mécaniques).
Effectuer ces réglages uniquement mécaniquement, par le déplacement du point de connexion et la modification de la longueur de la tringlerie, et non électroniquement avec les options de réglage dans l'émetteur !!!
6. Corriger maintenant le cas échéant la position du rotor de queue pour le vol stationnaire avec la position milieu du manche de commande du Pas avec le réglage du neutre dans l'émetteur.
7. L'effet du gyroscope sera réglé exclusivement par un organe de commande proportionnel sur une voie supplémentaire entre « 0 » et l'effet maximal; en cas de besoin, l'effet maximal pourra être réduit par le réglage de course sur la voie supplémentaire, ou par le réglage des organes de commande pour obtenir une fine plage de réglages pour l'effet du gyroscope.
8. Si la commande du rotor de queue doit être réglée "molle", effectuer exclusivement ce réglage par la fonction de commande exponentielle, mais ne réduire à nouveau en aucun cas la course du servo ($\pm 100\%$)!

10. Contrôle final avant le premier vol

Lorsque l'assemblage du modèle est terminé, les vérifications suivantes devront être effectuées avant le premier vol :

- Parcourir ce manuel encore une fois pour s'assurer que tous les stades de montage ont été correctement exécutés.
- S'assurer que toutes les vis dans les connexions à rotule et dans les paliers ont été définitivement bloquées après le réglage de l'engrènement du réducteur.
- Tous les servos peuvent-ils se mouvoir librement, sans blocage mécanique? Les sens de course correspondent-ils? Les vis de fixation des palonniers de servo sont-elles bien bloquées?
- Vérifier le sens de l'effet du gyroscope.
- S'assurer que les batteries d'émission et de réception sont bien chargées. Pour contrôler la tension de l'accu de réception, l'utilisation d'un module surveilleur de tension (Par ex. Réf. N°3157) est conseillée.

Ce n'est qu'après avoir effectué toutes ces vérifications que la propulsion pourra être démarrée et que le premier décollage pourra être tenté.

Noter que le comportement de la Turbine en fonctionnement dépend en grande partie de l'altitude au-dessus du niveau de la mer et des conditions météorologiques.

Entretien

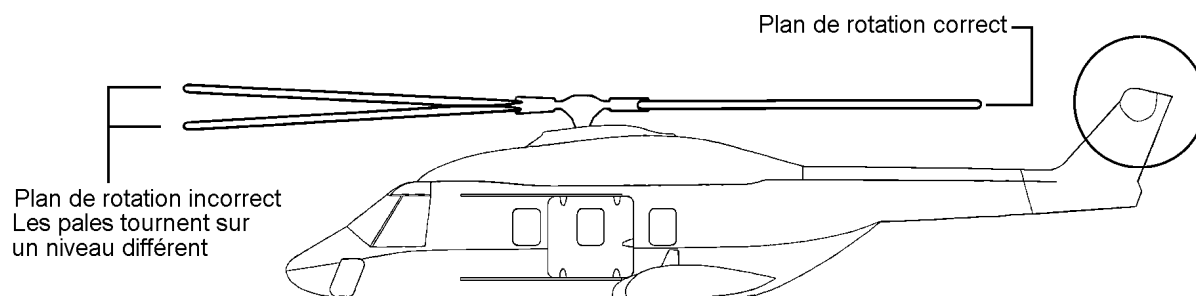
Qu'il soit grandeur réelle ou modèle réduit, un hélicoptère exige un entretien permanent. Supprimer les vibrations qui se produisent le plus rapidement possible, ou les atténuer! Les pièces en rotation, la boulonnerie importante, les tringleries et les points de connexion sont à vérifier avant chaque vol. Lorsque des réparations seront nécessaires, utiliser uniquement des pièces d'origine. Ne tenter en aucun cas de réparer des pales de rotor détériorées, mais les remplacer par des neuves.

11. Réglages au cours du premier vol

Réglage du plan de rotation

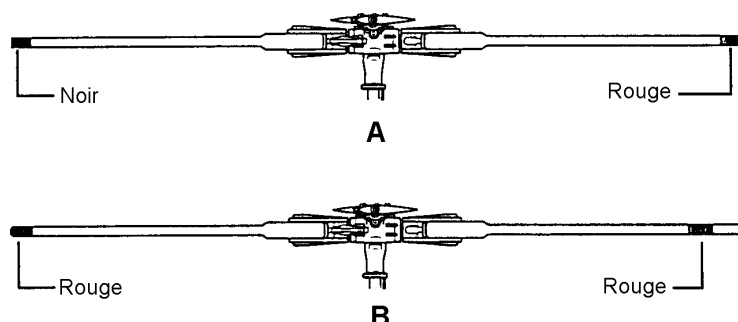
Ce réglage consiste à régler l'angle d'incidence des pales du rotor précisément sur la même valeur afin qu'elles tournent exactement sur le même niveau.

Un plan de rotation incorrectement réglé avec les pales tournant sur un niveau différent à pour effet de provoquer de forte vibrations au modèle en vol.



Pour le réglage du plan de rotation, se tenir à une distance de sécurité d'au moins 5 mètres du modèle!

Pour effectuer le réglage, il faut déterminer quelle pale tourne le plus haut et quelle pale tourne le plus bas. Pour cela, les pales seront repérées avec du ruban adhésif de couleur:



Il y a deux possibilités pour cela; la Fig. A montre l'utilisation de couleurs différentes sur les deux pales, la Fig. B montre l'utilisation de la même couleur, mais les bandes adhésives sont placées à une distance différente de l'extrémité de la pale.

Façon de procéder pour le réglage du plan de rotation

1. Lorsque l'hélicoptère est juste prêt à décoller, observer le plan de rotation du rotor exactement latéralement.
2. Lorsque les pales tournent sur le même niveau, aucun réglage n'est nécessaire, mais lorsqu'une pale tourne plus haut que l'autre, le réglage devra être corrigé.
3. Le réglage s'effectue en tournant la chape à rotule sur les deux extrémités de la tringlerie entre le plateau cyclique et les leviers de mixage 4618.150): dévisser les chapes pour faire tourner la pale plus haut, ou les visser pour la faire tourner plus bas.

En effectuant le réglage des tringleries avec la Turbine en fonctionnement, veiller absolument à ce qu'une pale ne se trouve pas au-dessus de la sortie des gaz d'échappement avec le rotor arrêté!

12. Mesures de précaution générales

- Contracter une assurance.
- Selon possibilité, s'inscrire dans un club d'aéromodélisme, ou une école de pilotage.

12.1 Sur le terrain de vol:

- Ne survoler aucun spectateur avec le modèle.
- Ne pas faire voler le modèle à proximité d'habitations ou de véhicules.
- Ne pas survoler d'ouvriers agricoles dans les champs avec le modèle.
- Ne pas faire voler le modèle à proximité des lignes de chemin de fer, des routes à grande circulation ou des lignes électriques.

12.2 Avant et pendant le vol:

- Avant de mettre l'émetteur en contact, s'assurer que la même fréquence n'est pas déjà utilisée par un autre modéliste.
- Faire un essai de portée de l'installation R/C.
- Vérifier si les batteries d'émission et de réception ainsi que l'accu d'alimentation de la Turbine sont entièrement chargés.
- Préparer un extincteur (CO₂) prêt à fonctionner.
- Avec la Turbine en fonctionnement, veiller à ce qu'un vêtement ne reste pas accroché sur le manche de commande des gaz.
- Ne pas laisser le modèle s'éloigner hors de vue.
- Veiller à ce qu'il reste une réserve suffisante de carburant; le réservoir ne devra jamais être totalement vidé en vol.

12.3 Contrôles après chaque séance de vols:

- Nettoyer entièrement le modèle pour éliminer les résidus d'huile et les salissures. En profiter pour vérifier le serrage de toutes les vis; les re-bloquer si nécessaire.
- Remplacer à temps les pièces usées ou détériorées.
- S'assurer que les éléments de l'installation R/C tels que l'accu de réception, le récepteur, le gyroscope, etc...sont encore solidement fixés (Les bandes élastiques vieillissent et deviennent cassantes!).
- Vérifier le fil d'antenne de réception; une rupture intérieure du fil n'est pas toujours visible extérieurement!
- Après un contact avec le sol des pales du rotor principal en rotation, une rupture n'est pas souvent directement visible extérieurement!
- Vérifier le fil d'antenne de réception; une rupture intérieure du fil n'est pas toujours visible extérieurement!
- Après un contact avec le sol des pales du rotor principal en rotation, une rupture n'est pas souvent détectable extérieurement!

Instructions d'utilisation

Turbine pour Modèle d'hélicoptère Graupner/JetCat PHT-3

Avertissements et conseils de sécurité

L'utilisation de la Turbine JetCat peut être dangereuse. Le carter de la Turbine PHT-3 peut atteindre une température de jusqu'à 500° C (Celsius) et les gaz d'échappement jusqu'à 800° C. Il s'agit d'une véritable Turbine qui exige du savoir-faire, de la discipline et un entretien régulier pour votre propre sécurité et celle des autres personnes. Si vous envisagez de réaliser un modèle propulsé par cette Turbine, vous devrez posséder les connaissances techniques nécessaires et l'utiliser uniquement sous la surveillance d'une personne expérimentée qui pourra vous assister et vous évitera de commettre des erreurs. Si vous avez à disposition dans votre localité une Association ou un Club d'Aéromodélisme assurant l'entraînement et l'assistance, nous vous recommandons vivement de vous y inscrire. Les erreurs et les défauts dans la construction ou dans l'utilisation d'un modèle à Turbine peuvent causer des dégâts personnels ou même mortels.

ATTENTION !

Avant de mettre en service un modèle volant propulsé par cette Turbine, vous devrez vous informer sur les précautions à prendre. Un modèle réduit volant est comparable à un véritable aéronef pour lequel toutes les dispositions légales doivent être prises. La possession d'une assurance est obligatoire.

AVERTISSEMENT !

Il appartient à votre seule responsabilité de protéger les autres personnes des risques de blessures. La distance moyenne pour la sécurité des personnes, des animaux et des habitations doit être d'au moins 1,5 Km. Tenez vous aussi à distance des lignes électriques. Ne faites pas voler le modèle par mauvais temps, avec une basse couche nuageuse ou avec du brouillard. Ne volez pas directement contre le rayonnement solaire ; autrement, vous pourriez perdre le contact visuel du modèle. Pour éviter tout risque de collision avec un autre aéronef, faites atterrir votre modèle dès qu'un véritable avion est en approche.

Les personnes ou les animaux doivent se tenir aux distances moyennes de sécurité suivantes de la Turbine :

Devant la Turbine	4,5 m
Sur le côté de la Turbine	7,5 m
Derrière la Turbine	4,5 m

AVERTISSEMENT !

La mise en service et l'utilisation du modèle ou de la turbine sous l'influence de l'alcool, de la drogue, des médicaments, etc... sont absolument interdites !

Le pilotage du modèle doit se faire dans les meilleures conditions physiques, d'attention et de concentration. Ceci vaut aussi bien pour le pilote que pour son aide.

AVERTISSEMENT !

Cette Turbine a été conçue exclusivement pour les modèles réduits volants et n'est pas adaptée pour aucun autre but d'utilisation. Toute autre utilisation, sauf exclusivement pour le modélisme, peut conduire à des dégâts personnels ou mortels.

AVERTISSEMENT !

L'utilisation de la Turbine doit se faire en suivant exactement les indications données dans les instructions. Chaque déviation à celles-ci, l'utilisation d'autres pièces ou matériaux et des modifications apportées dans la construction auront des effets préjudiciables sur la fonctionnalité de la Turbine et devront être évitées en toutes circonstances.

AVERTISSEMENT !

Avant le décollage d'un modèle propulsé par cette Turbine, toutes les fonctions de commande ainsi que la portée avec l'installation R/C en contact et l'antenne de l'émetteur rentrée devront être vérifiées.

Ces vérifications devront être répétées avec la propulsion en fonctionnement, en faisant tenir le modèle par une autre personne. Il conviendra également d'observer les conseils donnés dans les instructions d'utilisation de l'ensemble R/C.

EXCLUSION DE RESPONSABILITE ET DE DEDOMMAGEMENTS

Le respect des instructions de montage et d'utilisation relatives au modèle et à la Turbine, ainsi que l'installation, l'utilisation et l'entretien des éléments de son équipement ne peuvent pas être surveillés par le Fabricant. C'est pourquoi le Fabricant décline toute responsabilité concernant les pertes, les dommages ou les coûts résultants d'une mauvaise utilisation ou d'un fonctionnement défectueux. Tant qu'il n'y a pas été contraint par le législateur, la responsabilité du Fabricant n'est aucunement engagée pour les dédommagements (incluant les dégâts personnels, les cas de décès, la détérioration de bâtiments ainsi que le remboursement des pertes commerciales dues à une interruption d'activité ou à la suite d'autres conséquences directes ou indirectes) provenant de l'utilisation du modèle et de la Turbine.

L'ensemble de sa responsabilité est en toutes circonstances et dans chaque cas strictement limitée au montant que vous avez réellement payé pour ce modèle.

Vous admettez que le Fabricant ne peut ni surveiller, ni contrôler le respect des indications données dans ce Manuel concernant le montage, l'utilisation du modèle et de la Turbine ainsi que de l'équipement R/C.

De son côté, le Fabricant n'a pris ni engagement, ni garantie ou accords particuliers vis à vis de personnes ou de Firmes concernant la fonctionnalité et la mise en service du modèle et de la Turbine.

En tant qu'utilisateur, vous avez fait l'acquisition de ce modèle et de la Turbine selon vos propres connaissances techniques qui sont laissées à votre faculté de jugement.

**LA MISE EN SERVICE ET L'UTILISATION DU MODELE ET DE LA TURBINE SE FONT
UNIQUEMENT AUX RISQUES ET PERILS DE L'UTILISATEUR.**

Conseils de sécurité

- Pour éviter les nuisances du bruit de la Turbine, portez des protège-tympons.
- Ne faites pas fonctionner la Turbine dans un local fermé !
- Lorsque la Turbine est en fonctionnement, n'approchez jamais la main à moins de 15 cm de l'entrée d'air où il se produit une très forte aspiration, laquelle peut avaler en un éclair une main, un doigt ou un objet. Soyez conscient de cette source de danger !
- Ne vous tenez pas ou ne vous déplacez pas dans le souffle des gaz d'échappement chauds.
- Veillez à ce que personne ne se trouve dans le champ de la Turbine (Zone dangereuse !), c'est-à-dire assurez-vous toujours que personne se tienne devant ou derrière la Turbine, ni sur le côté.
- Ayez toujours un extincteur (CO²) prêt à fonctionner !!!
- Avant la mise en service de la Turbine, retirez toutes les pièces non fixées se trouvant dans la zone du conduit d'aspiration, par ex. chiffon de nettoyage, vis, écrous, cordon ou autre matériel.
- Avant le premier démarrage, assurez-vous particulièrement qu'aucune pièce non fixée ne se trouve dans la zone d'aspiration dans le modèle, par ex. débris de bois, vis ou poussière de ponçage ; tout corps étranger aspiré par la turbine peut la détériorer.
- Durant le montage et l'adaptation de la Turbine dans le modèle, obturer les conduits d'aspiration et de sortie avec de la bande adhésive, ou similaire, pour empêcher la pénétration par mégarde de chutes, de poussière de bois ou d'autres corps étrangers.
- Assurez-vous que le carburant contienne env. 5% d'huile.
Utilisez uniquement une huile totalement synthétique spéciale.
L'huile synthétique Castrol TTS ne convient pas (Non compatible avec le carburant).
- Avant le démarrage, assurez-vous que du carburant ne se trouve pas dans la Turbine.

Entretien

Des dépôts d'huile ou de poussière sur l'écrou d'étanchéité peuvent faire que l'accouplement du starter glisse ou n'entraîne pas correctement. Si c'est le cas, l'écrou d'étanchéité devra être dégraissé et nettoyé (Par ex. avec du diluant Nitro, ou similaire). La fonction correcte du démarreur pourra être vérifiée dans l'état "COUPE" de la Turbine en pressant la touche "IGNITION".

Les intervalles d'entretien de la Turbine sont d'environ 50 heures. Après cette période de fonctionnement, la Turbine incluant l'électronique de commande devront être retournées en usine pour vérification. Le temps total d'utilisation de la Turbine pourra être lu dans le menu "STATISTIC".

Système de tube d'échappement

Le tube d'échappement utilisé devra avoir dans chaque cas un diamètre libre de >70mm. Un plus gros diamètre de sortie est avantageux, car il réduit la poussée restante proportionnellement à la surface de celle-ci.

Dans le cas d'un conduit à deux sorties, les deux tubes doivent avoir un diamètre de >55mm. Des diamètres plus faibles que ceux indiqués ci-dessus conduisent à une température des gaz d'échappement plus élevée et ainsi à une puissance maximale plus faible de la propulsion.

Les éléments de fonctionnement de la Turbine

La Turbine est entièrement commandée par une électronique appelée **ECU** (Engine Control Unit). Le pilote n'a ainsi aucune action directe sur la Turbine et ses agrégats.

La Turbine est commandée de l'émetteur par une seule voie, par l'intermédiaire de l'ECU connectée sur la sortie de voie correspondante du récepteur et qui transmet les ordres du pilote. Pour cela, certains paramètres, comme par ex. la température des gaz d'échappement et le régime sont saisis et pilotés par les agrégats de la Turbine.

- La pompe à carburant pressurise le carburant dans le réservoir vers la Turbine, la tension de la pompe détermine la pressurisation et ainsi également le régime et la puissance de la Turbine.
- La valve de fermeture de carburant ferme ou ouvre l'arrivée du carburant dans la Turbine.
- La valve de fermeture de gaz règle le débit du gaz auxiliaire dans le processus de démarrage.
- La bougie allume le gaz auxiliaire dans la chambre de combustion.
- Le moteur de démarrage accélère la Turbine à partir de l'état où elle est assistée par la combustion du gaz auxiliaire jusqu'à l'atteinte d'un régime suffisant pour l'alimentation en kérosène. Le moteur de démarrage est en outre utilisé pour le refroidissement de la Turbine après l'arrêt.
- Le régime de la Turbine est saisi par le palpeur de régime.
- Le palpeur de température saisi la température des gaz d'échappement.

Les paramètres de fonctionnement seront lus dans la mémoire de l'ECU, lesquels sont en parties pré-donnés en usine et pourront aussi être modifiés en parties par le pilote lui-même ; en outre, les données enregistrées durant le fonctionnement pourront être lues et exploitées après le vol.

Pour la lecture et le réglage des paramètres, l'appareil de programmation et d'affichage **GSU** (Ground Support Unit) est livré avec la Turbine ; il pourra être connecté sur une platine de LED montée dans le modèle et accessible extérieurement. En supplément, une Interface PC est disponible séparément et avec laquelle d'autres données de vol détaillées pourront être transmises dans un ordinateur pour leur exploitation.

L'ECU, de même que les autres éléments de commande de la Turbine comme le moteur de démarrage, la pompe à carburant, les valves de gaz et de carburant, la platine des LED et le GSU (lorsqu'il est connecté) sont alimentés par un accus NC séparé à 6 éléments qui sera connecté directement sur l'ECU, sans nécessiter son propre interrupteur. Pour cela, un circuit correspondant dans l'ECU assure la commutation de l'alimentation sur l'ECU lorsque la réception est mise en contact. Une capacité d'environ 400-550 mAh par vol est prélevée dans l'accu (env. 30 min., incluant le démarrage et le refroidissement). L'accu NC à charge rapide de 1250 mAh fourni devra être rechargé en principe après deux vols, mais il est cependant conseillé de le recharger après chaque vol !

Pour la recharge de l'accu d'alimentation, celui-ci devra être séparé de l'électronique, car beaucoup de chargeurs actuellement disponibles sur le marché donnent des impulsions négatives sur l'accu (pour éviter la formation de gaz dans celui-ci). Ces impulsions de tension négatives pourraient détruire l'électronique (ECU).

Si vous êtes absolument sûr que ce n'est pas le cas avec votre chargeur, l'accu pourra rester connecté et être rechargé par un cordon en V ! L'électronique ne devra en aucun cas être directement reliée (c'est-à-dire sans l'accu connecté) directement avec un chargeur.

Un schéma des connexions électriques des différents éléments de commande de la Turbine figure sur la page suivante.

Schéma des connexions électriques

Connection - diagramm

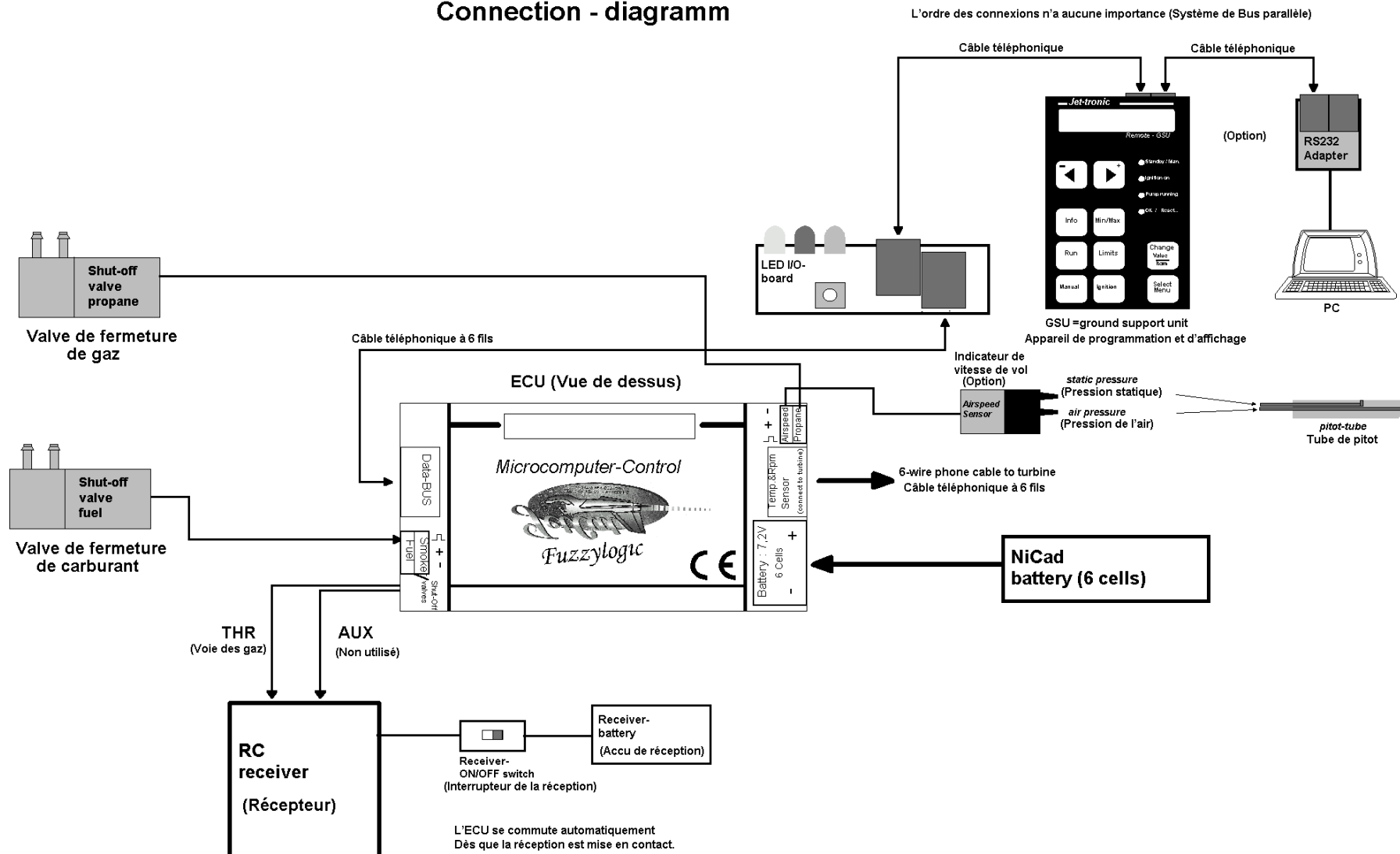
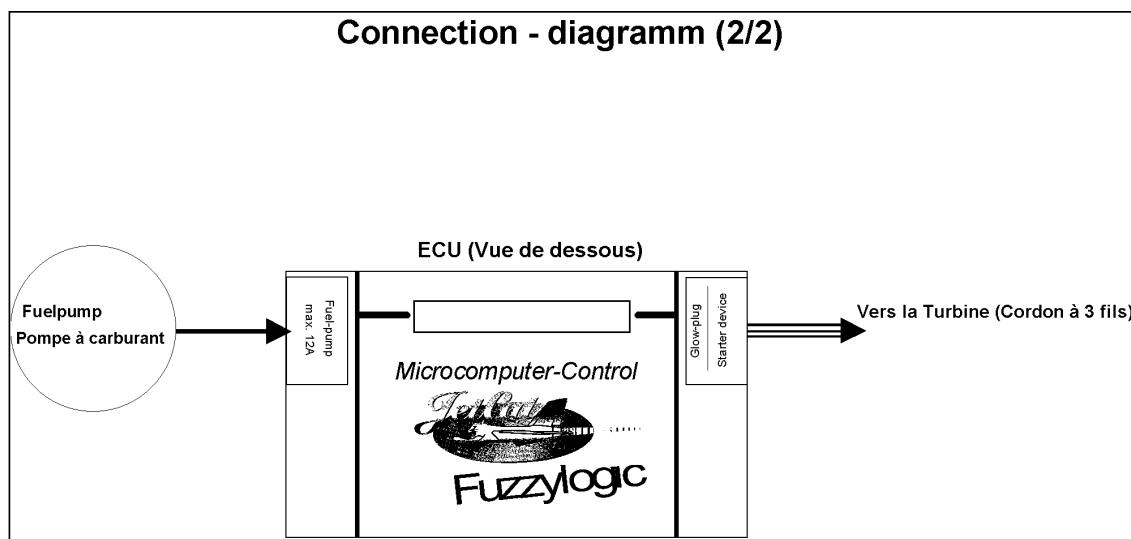
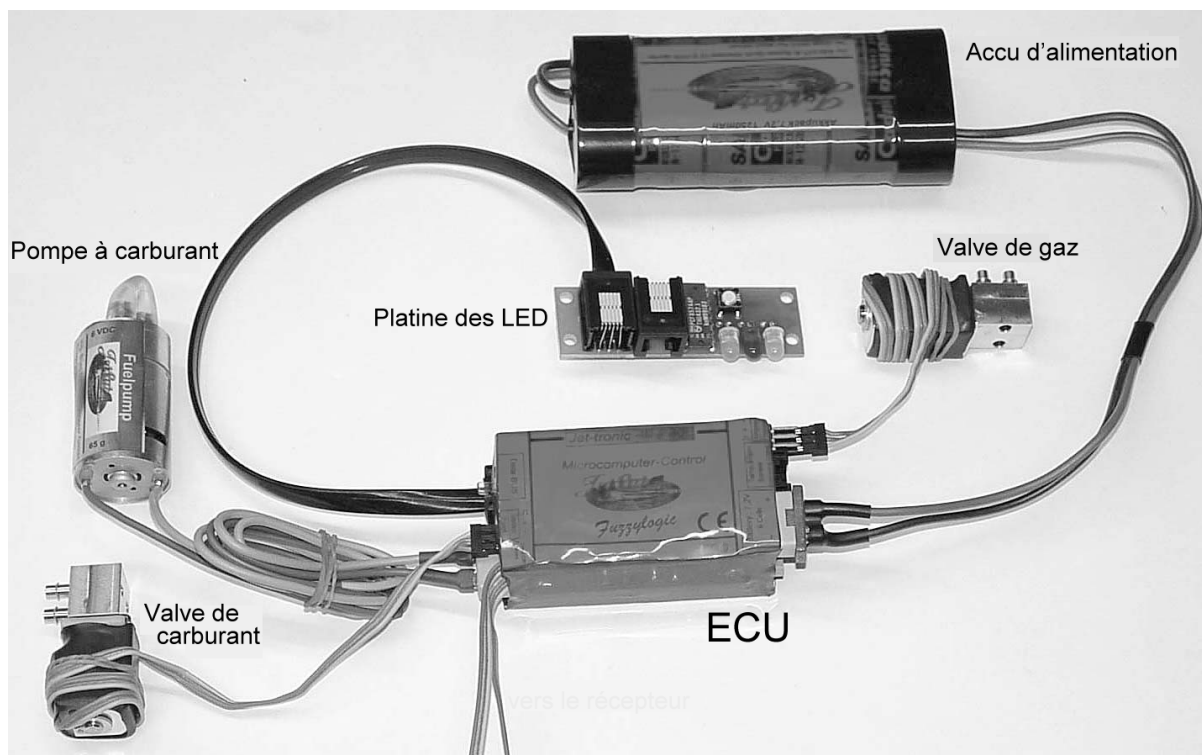


Schéma de connexion Pompe à carburant et Starter/Bougie

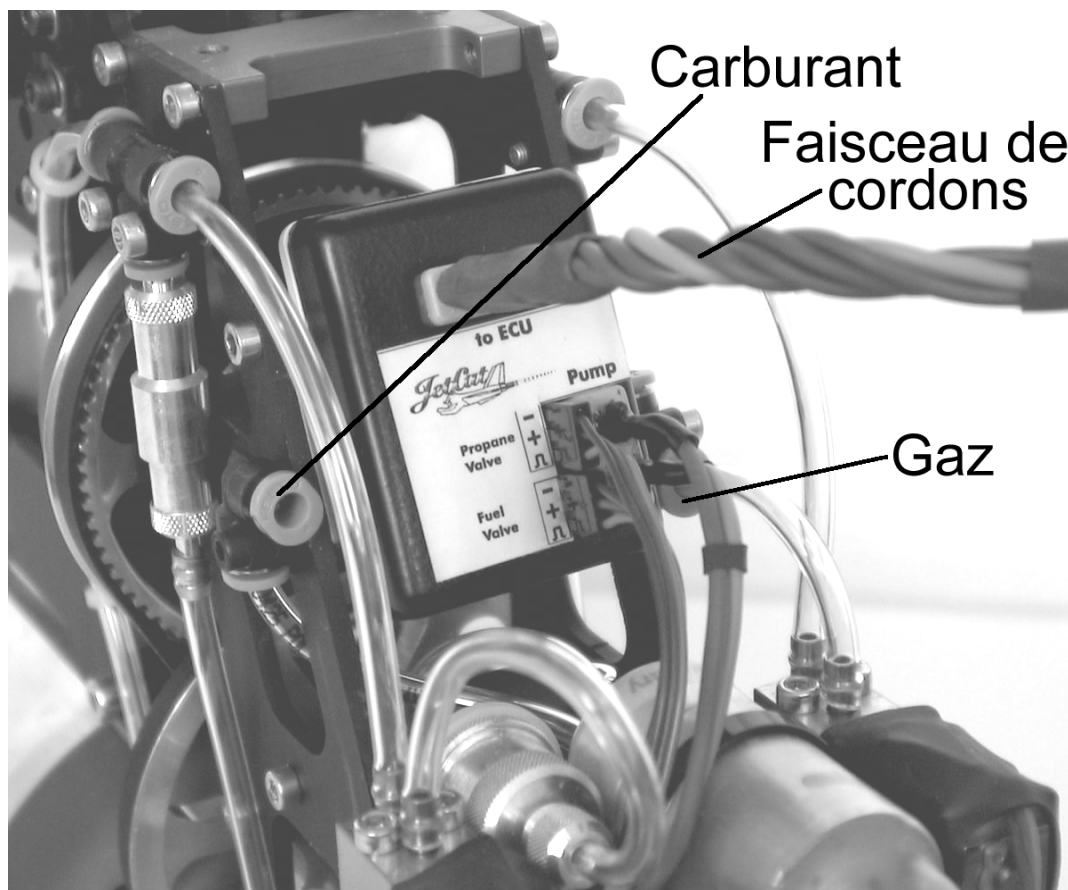


Connexions des éléments de commande (Généralité)

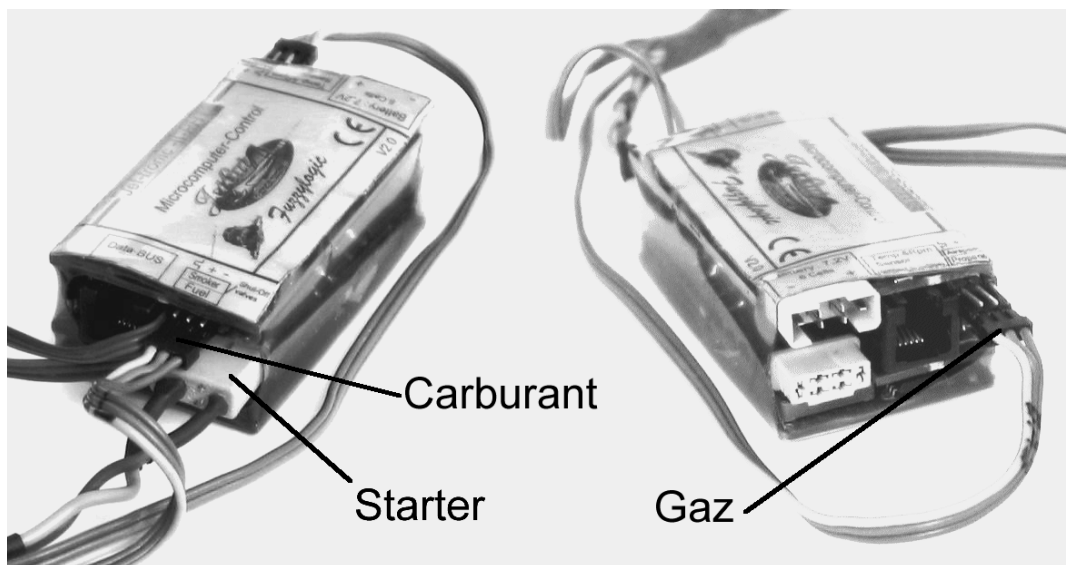


Faisceau de cordons et boîte d'interface PT-3

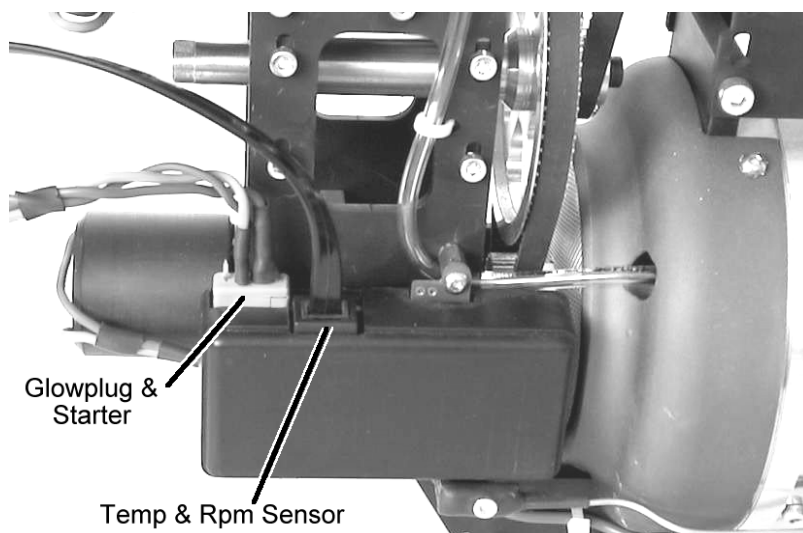
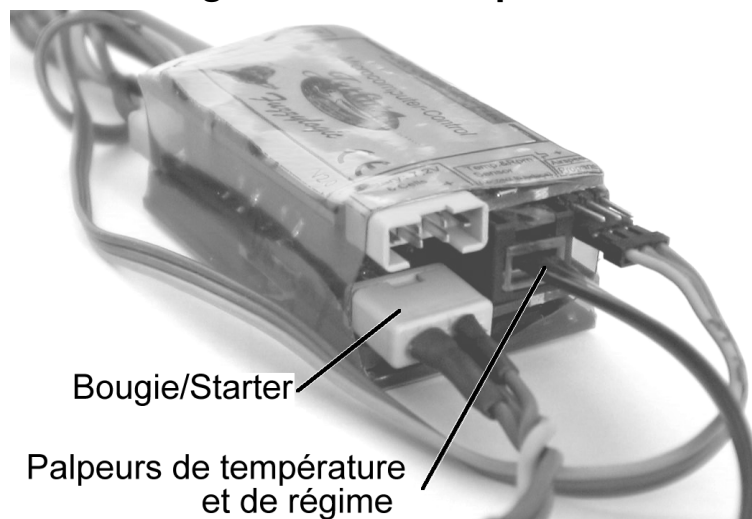
Contrairement au schéma de connexion standard préalablement illustré, les raccordements des valves magnétiques pour le carburant et le gaz auxiliaire ainsi que pour la pompe à carburant ont été dirigés vers une boîte d'interface sur le haut à l'avant de la mécanique d'hélicoptère; de là part un cordon unique pour l'ECU qui est relié à la boîte d'interface par un connecteur multi-broches. Ce connecteur permet une séparation facile de la mécanique avec l'électronique de commande (ECU) en cas de démontage de la mécanique du fuselage pour les travaux d'entretien.



Le faisceau de cordons est à relier à l'ECU conformément aux illustrations. Pour cela, il faut veiller à ce que chaque connecteur plat des valves soit branché sur le contact **inférieur** et correctement autour: (-) brun, (+) rouge, orange (impulsions).



Raccordements Bougie/Starter et Palpeurs



Carburant/Alimentation en carburant

Du kérosène (Jet-A1) ou du Pétrole pourront être utilisés comme carburant, avec un mélange de 5% d'huile.

Formule empirique:

1 litre d'huile pour 20 litres de carburant

De l'huile spéciale pour Turbine sera utilisée comme lubrifiant (Par ex. Aeroshell 500 ou huile pour Turbine Exxon).

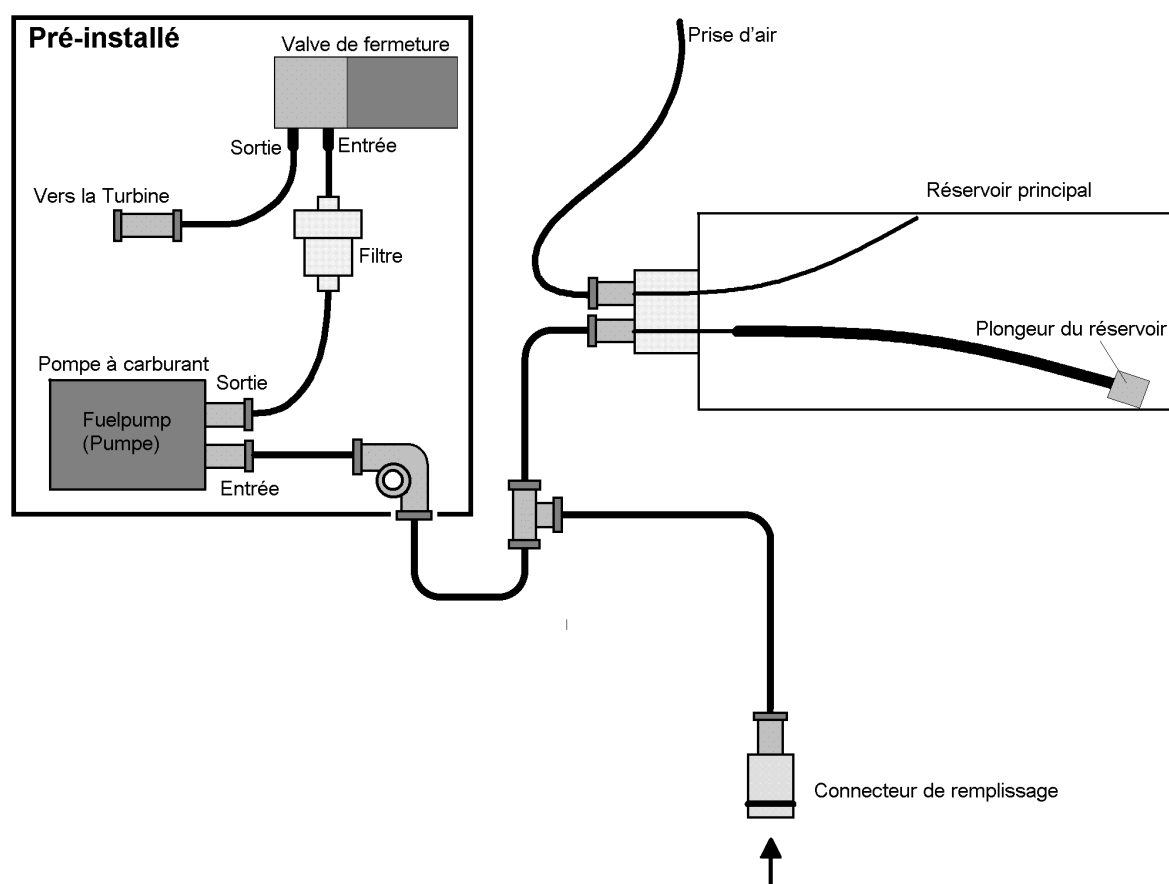
Schéma de connexion du système d'alimentation***Schéma de connexion A***

Schéma de connexion B

Cette version a l'avantage qu'une éventuelle inétanchéité dans le système de remplissage n'a aucune influence sur l'alimentation en carburant de la Turbine. Inconvénient : une installation un peu plus coûteuse.

Il est généralement conseillé de maintenir la longueur de la durit du côté de l'aspiration de la pompe la plus faible possible (Risque de forte sous-pression → Formation de cavitation) . La longueur de la durit du côté pression de la pompe n'est relativement pas critique.



Important :

Relier le raccordement à la valve de fermeture de carburant comme indiqué sur le dessin, c'est-à-dire que la durit venant du filtre à carburant devra être orientée vers la gaine thermo-rétractable noire (sur la valve) !

Note :

La durit de raccordement sera plus facilement connectée sur la prise de la valve en chauffant un peu son extrémité (avec un briquet ou un séchoir électrique).

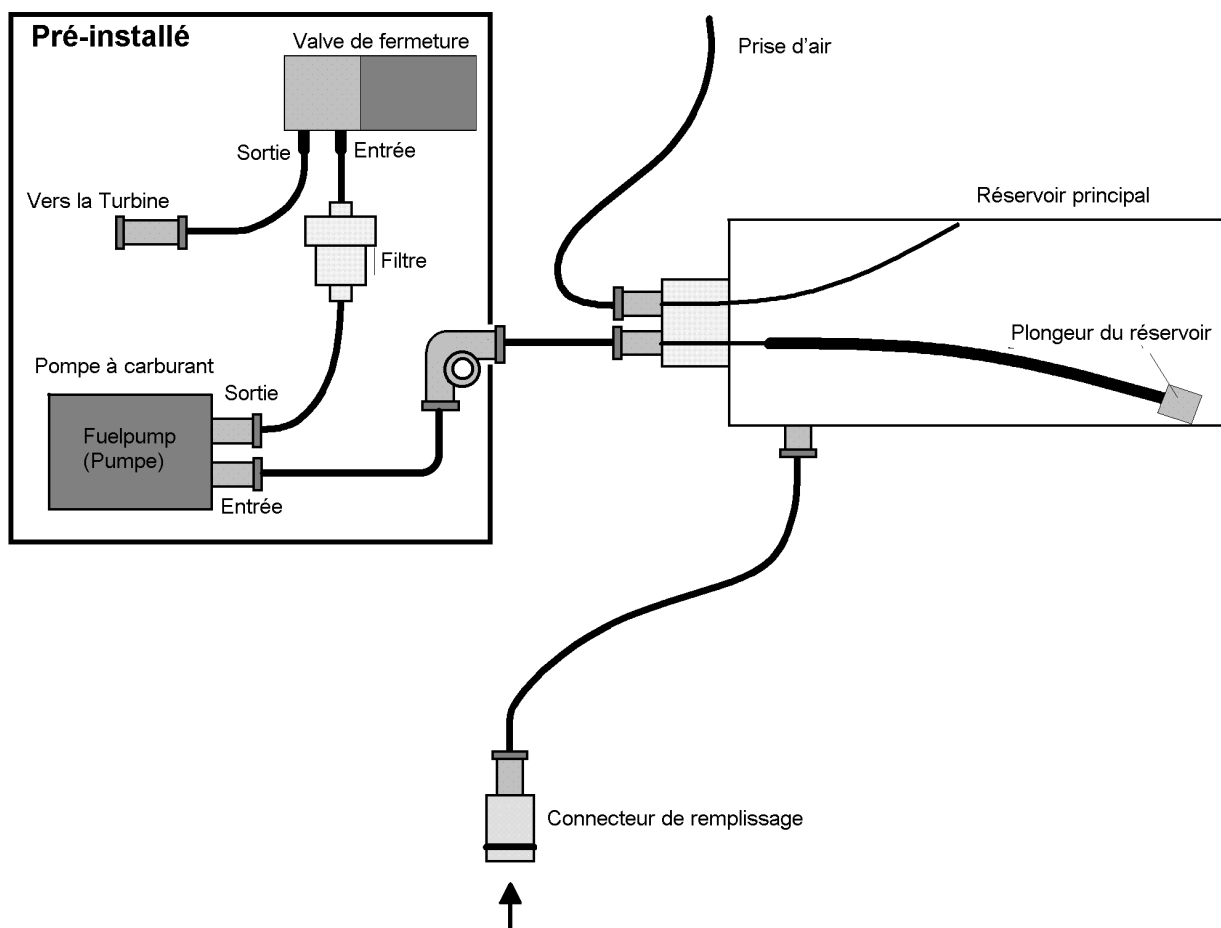
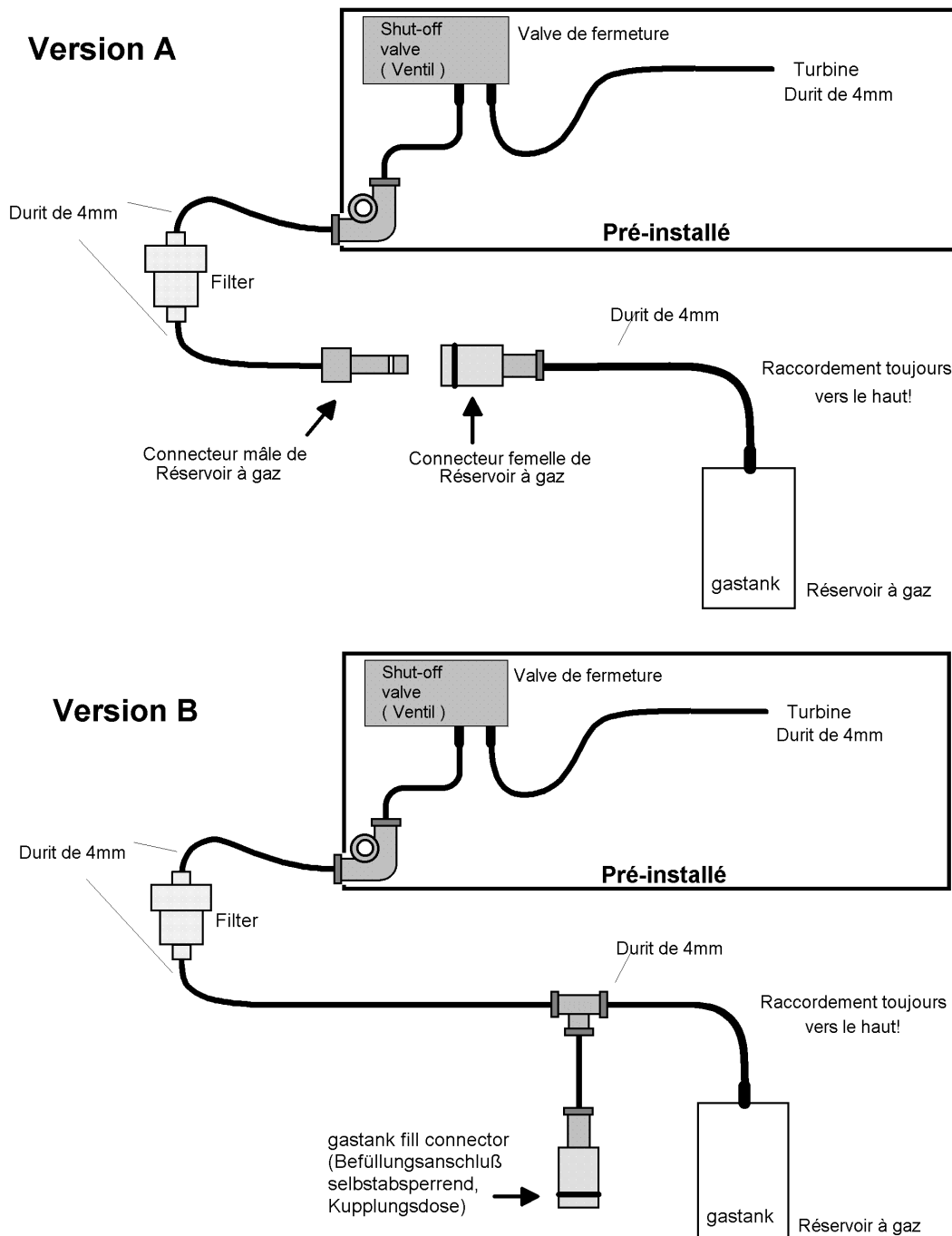


Schéma de connexion du gaz



La prise de raccordement du réservoir à gaz doit être orientée vers le haut (autrement du gaz liquide s'écoulera dans les conduits). Une prise d'air pour le réservoir à gaz n'est pas nécessaire, car même sans celle-ci il se remplit aux environs des deux tiers.

Un peu d'huile silicone (ou similaire) sera appliquée à chaque remplissage de gaz dans le raccordement pour lubrifier le joint torique ainsi que le joint étanchéité dans la valve de gaz (le gaz Propane/ Butane est très asséchant!).

Info: En mettant la réception en contact, ouvrir la valve de gaz durant env. 0,2 s.

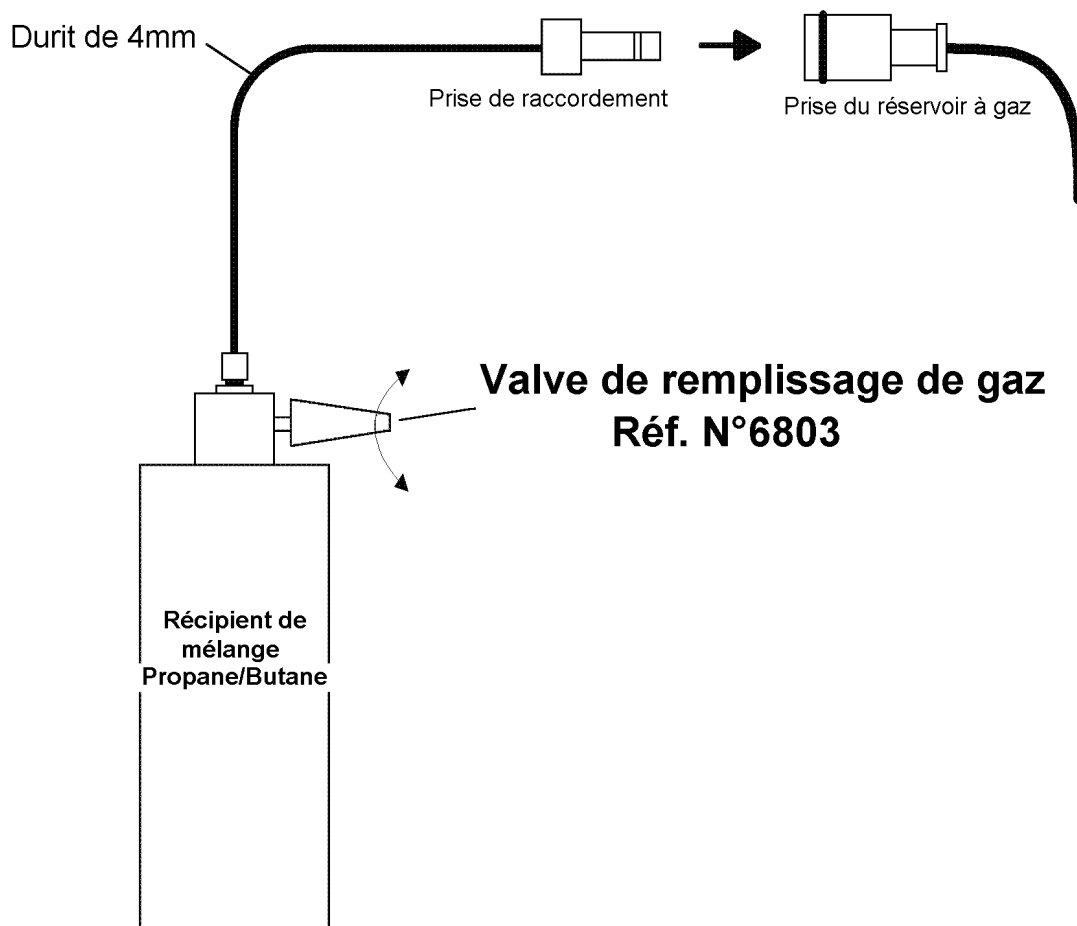


Important : Relier le raccordement à la valve de fermeture de carburant comme indiqué sur le dessin, c'est-à-dire que la durit venant du filtre à carburant devra être orientée vers la gaine thermo-rétractable noire (sur la valve)!

Note : La durit de raccordement sera plus facilement connectée sur la prise de la valve en chauffant un peu son extrémité (avec un briquet ou un séchoir électrique).

Remplissage du réservoir à gaz

Un mélange de gaz habituel du commerce (40% de Propane/60% de Butane), comme celui également utilisé pour les chalumeaux, est nécessaire pour le démarrage de la Turbine. Le récipient en tôle dans lequel le gaz est livré s'adapte avec la valve de remplissage de gaz, Réf. N°6803.



Pour remplir le réservoir à gaz, connecter le récipient sur la valve de remplissage de gaz à la place de la prise de raccordement allant vers la valve de gaz (Version A), ou sur la valve de remplissage montée séparément (Version B).

Effectuer alors le remplissage comme suit :

1. Insérer la prise de raccordement du récipient de remplissage de gaz dans la prise auto-bloquante du réservoir.
2. Tenir le récipient de remplissage à l'envers.
3. Ouvrir la valve du récipient de remplissage → du gaz liquide s'écoule dans le réservoir.
4. Juste avant que l'écoulement de gaz liquide s'arrête, remettre le récipient de remplissage en position verticale normale → le gaz liquide se trouvant encore dans les durits sera alors entièrement comprimé dans le réservoir à gaz.
5. Refermer la valve du récipient de remplissage.
6. Retirer le récipient de remplissage en desserrant le raccordement rapide.

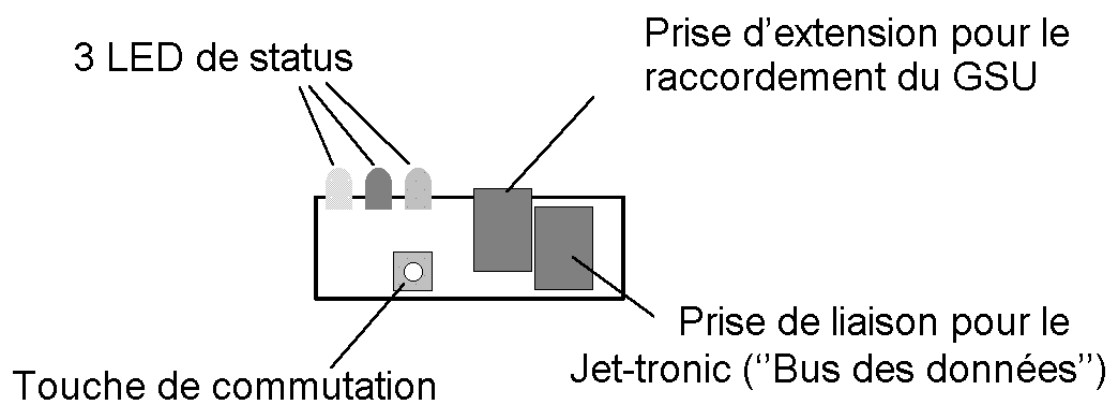


Note :

Le mélange de gaz Propane/Butane est fortement asséchant, c'est pourquoi il conviendra d'appliquer deux gouttes d'huile silicone, ou similaire dans la prise de raccordement afin que le joint torique qui se trouve dedans ne s'assèche pas et que le raccordement rapide ne soit plus étanche. Une partie de l'huile pénétrera aussi dans la valve de gaz et la lubrifiera également.

La platine des LED

La platine des LED sert d'une part de "Boîte de répartition" pour le Bus des données de l'ECU et dispose d'autre part de trois diodes lumineuses pour les informations sur l'état actuel du Jet-tronic. Il conviendra de la monter dans le modèle de façon à ce que la prise de raccordement orientée vers l'extérieur (vers les 3 diodes lumineuses) soit facilement accessible et que les diodes puissent être observées sans problème. Le GSU (= Appareil de programmation et d'affichage) servant au service et à la programmation pourra être connecté sur cette prise. La platine des LED dispose en outre d'une petite touche à l'aide de laquelle l'ensemble R/C pourra être enregistré et le "Mode Manuel" activé.



Fonction des diodes lumineuses sur la platine des LED

Couleur	Signification	LED allumé en permanence	LED clignotant
Jaune	Standby/ Démarrage	La Turbine sera démarrée/accélérée	Le Mode Manuel est activé
Rouge	Pompe en marche	La pompe à carburant fonctionne	Bougie défectueuse (Interruption)
Vert	OK	Turbine en fonctionnement réglé. Le régime pourra être pré-donné par le curseur des gaz	La commande se trouve dans l'état "Slow-down"

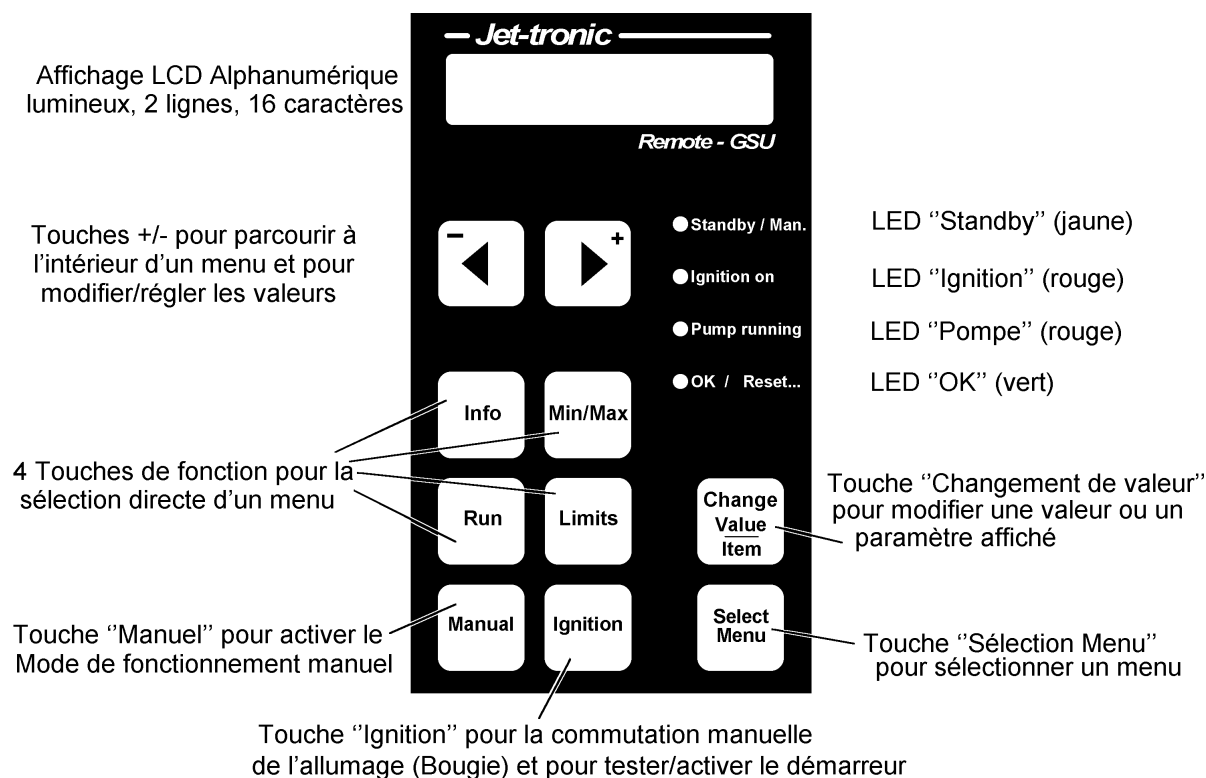
Cas spécial :

Lorsque les diodes lumineuses **jaune et verte** clignotent **simultanément**, c'est que l'accu d'alimentation est vide et qu'il devra être rechargé.

L'appareil l'affichage et de programmation (GSU)

Le GSU pourra être connecté sur le Jet-tronic à tout moment (même durant le fonctionnement de la Turbine) pour indiquer les paramètres de fonctionnement actuels ou les réglages à modifier.

Éléments de service



Fonction des touches de service

<i>Touche</i>	<i>Fonction</i>
Info	Appel direct du menu Info (Hotkey).
Run	Appel direct du menu Run (Hotkey).
Limits	Appel direct du menu Limites (Hotkey).
Min/Max	Appel direct du menu Minimum/Maximum (Hotkey).
Select Menu	Lorsque cette touche est pressée seule, le menu actuellement sélectionné est indiqué sur l'affichage. Lorsque cette touche est maintenue pressée, un autre menu pourra être sélectionné avec les touches +/- . Relâcher la touche lorsque le menu est affiché.
Change Value/Item	En pressant et en maintenant cette touche, la valeur indiquée sur l'affichage pourra être modifiée avec les touches +/- . Tant que la valeur pourra être modifiée, une petite flèche apparaîtra devant celle-ci sur l'affichage. Lorsque la valeur ne pourra pas être modifiée (Par ex. régime ou température actuels), l'information "Valu/Item can not be changed" (= La valeur ne peut pas être changée) apparaîtra sur l'affichage du GSU

Fonction des diodes lumineuses

Désignation	LED allumé en permanence	LED clignotant
Standby	Turbine allumée	Le Mode Manuel est activé
Ignition	La bougie est en CONTACT	---
Pump running	La pompe à carburant fonctionne	Bougie défectueuse (Interruption)
OK	Turbine en fonctionnement réglé, la poussée de la Turbine pourra être donnée par le curseur des gaz.	a) Lorsque la Turbine fonctionne: La température admissible des gaz d'échappement est dépassée. b) Lorsque la Turbine est arrêtée: La commande se trouve à l'état „Slowdown“.

Fonction spéciale avertissement accu :

Lorsque les diodes lumineuses "Standby" et "OK" clignotent simultanément, l'accu d'alimentation est à recharger.

Réglages

Ensemble R/C

Un modèle d'hélicoptère propulsé par une Turbine est équipé d'éléments électroniques plus nombreux dans l'installation R/C, tels que par ex. l'ECU, le système de gyroscope, la commande du train escamotable, etc...

Nous conseillons ainsi vivement l'utilisation d'un récepteur PCM, car ces récepteurs éliminent totalement les impulsions parasites de courte durée grâce à la technique de transmission digitale. Avec un récepteur PPM normal, chaque impulsion parasite même la plus courte entraîne inévitablement un débattement de commande accidentel.

Le Fail-Safe de l'installation R/C devra être réglé de façon à ce que la Turbine soit ramenée sur le ralenti en cas de perturbation.

Antenne de réception:

Pour la disposition de l'antenne de réception dans le modèle, il conviendra de se référer strictement aux indications du fabricant du modèle et de l'ensemble R/C!!!

Conseils de montage particuliers:

L'ECU de la Turbine ne devra pas être placée directement à côté du récepteur (Distance >10 cm).

Disposer les cordons de l'ECU (Accu, pompe, Bus des données, cordon vers la Turbine séparément des autres cordons de la réception (Par ex. des cordons de servo)!

Et ne pas oublier:

!!! D'effectuer un test de portée avant le premier vol, ou après le montage d'éléments supplémentaires !!! (à une distance d'au moins 50 m, avec l'antenne de l'émetteur rétractée)

Enregistrement de l'ensemble R/C

L'ensemble des commandes de la Turbine se fait par la seule voie **non influencée par le mixage Gaz/Pas** et qui sera normalement actionnée par un curseur linéaire. Ce mixeur linéaire agit alors comme suit:

- | | |
|----------------------|---------------------------------------|
| • Butée inférieure | Coupé |
| • Position milieu | Standby/Ralenti |
| • Zone milieu...haut | Pré-sélection du régime |
| • Butée supérieure | Processus de démarrage/Régime maximal |

Le régime de la Turbine en fonctionnement (et ainsi celui du rotor principal) sera réglé par le curseur linéaire et maintenu constant par l'ECU; la commande de la poussée se fait alors exclusivement par celle du Pas collectif.



Note : *En cas normal, la voie AUX n'est pas utilisée avec la Turbine PT-3 et n'est pas enregistrée; le cordon de raccordement repéré en correspondance ne sera pas connecté sur le récepteur.*

La voie AUX sera néanmoins nécessaire pour certaines fonctions spéciales; le cordon de raccordement correspondant sera alors connecté sur une sortie de voie libre du récepteur et elle sera activée de préférence par un commutateur à 3 positions. L'utilisation de la voie AUX devra être activée dans le menu correspondant.

Avant de pouvoir utiliser le Jet-tronic pour la première fois, la longueur des impulsions de la voie de commande de la Turbine et éventuellement celles de la voie AUX de l'ensemble R/C utilisé devront d'abord être enregistrées. Pour cela, procéder comme suit:

1. Couper l'électronique, connecter le cordon de raccordement de l'ECU sur le récepteur (Trottle = Curseur de gaz) et relier l'accu d'alimentation de la Turbine (Voir le schéma de raccordement). Connecter aussi éventuellement le cordon de raccordement de la voie AUX sur le récepteur. Connecter le GSU sur la platine des LED (Optionnel).
2. Mettre l'émetteur en contact et s'assurer que seule la voie de commande de la Turbine est actionnée par le curseur linéaire prévu et n'est influencée par aucune autre fonction, par ex. un mixeur. La voie doit avoir en outre la position milieu normale et les amplitudes de débattement standard (Subtrim = 0, Course = 100%).
3. Presser et maintenir la touche "Sélect Menu" sur le GSU, puis mettre alors en contact le Jet-tronic (par l'interrupteur de la réception).

 **Note:** La petite touche sur la platine des LED pourra aussi être utilisée à la place de la touche "Sélection Menu" sur le GSU.

Relâcher la touche dès que les 3 LED indiquent les séquences de clignotement suivantes:

LED	Séquences de clignotements					
Standby	⦿	○	○	⦿	○	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○
OK	○	○	⦿	○	○	⦿

L'affichage du GSU indique simultanément l'avertissement suivant:

Release key to:
- learn RC -

→ "Relâcher la touche et enregistrer l'ensemble R/C"

Cette procédure agit de façon à appeler un mode d'utilisation spécial pour l'enregistrement des positions de manche → "Teach In".

Dès que la touche sera relâchée, le LED vert "OK" sera allumé.

L'affichage du GSU indique l'avertissement:

Set Throttle to minimum:
- learn RC -

→ „Placer le curseur de gaz sur le Minimum = Position COUPE“

4. Le premier Pas pour enregistrer l'ensemble R/C commence alors avec l'enregistrement du curseur sur la position "COUPE". Pour cela, placer le curseur sur la butée inférieure. Ceci étant fait, presser une touche → le LED rouge "Pompe en fonctionnement" s'allume. Pour contrôler, une valeur chiffrée modifiée apparaît en bas et à droite sur l'affichage du GSU (= Largeur d'impulsions du signal du récepteur). Lorsque la position "COUPE" a été mémorisée, l'affichage du GSU indique alors l'étape suivante:

Throttle Trim to maximum:
- learn RC -

→ „Curseur sur la position milieu = Position du ralenti“

5. Dans cette étape d'enregistrement, le curseur des gaz est à placer sur la position du ralenti (Position milieu). Ceci étant fait, presser une touche → le LED jaune "OK" s'allume et l'affichage du GSU indique la prochaine étape d'enregistrement:

Set Throttle to maximum:
- learn RC -

→ „Curseur sur le maximum = Position avant“

Dans la dernière étape d'enregistrement, le curseur est à placer sur le régime maximum (Position avant). Ceci étant fait, presser une touche * le LED vert "OK" s'allume. Cela signifie que la procédure d'enregistrement de la voie de commande de la Turbine a été terminé.

Comme le commutateur à 3 positions ne sera normalement pas utilisés avec la PHT-3, sauter le Pas suivant avec les réglages standard et la procédure d'enregistrement est terminée.

Si le commutateur à 3 positions de la voie AUX doit cependant être activé, suivre encore d'autres étapes d'enregistrement:

Poursuivre par l'enregistrement des positions du commutateur (=AUX). L'affichage du GSU indique:

**Set AuxChan. to
MINIMUM:**
- learn RC -

→ „Placer le commutateur sur le minimum
= Position inférieure“

6. Pour cette étape d'enregistrement, le commutateur (=Voie AUX) est à placer sur la position 0 (PositionCOUPE = Position inférieure), presser ensuite une touche → le LED rouge "Pompe en fonctionnement" s'allume et l'affichage du GSU indique la prochaine étape:

**Set AuxChan. to
CENTER:**
- learn RC -

→ „Placer le commutateur sur la position
milieu“

7. Le commutateur est à placer ensuite sur la position 1 (= STANDB = Position milieu), presser alors une touche → le LED jaune "Pompe en fonctionnement" s'allume et l'affichage du GSU indique la prochaine étape:

**Set AuxChan. to
MAXIMUM:**
- learn RC -

→ „Placer le commutateur sur le Maximum
= Position avant“

La dernière étape consiste à placer le commutateur sur la position 2 (= Position avant), puis presser une touche.

1. Afin que la procédure d'enregistrement pour le commutateur à 3 positions soit de même terminée, le Jet-tronic mémorise les positions du curseur et du commutateur et revient ensuite dans le mode de fonctionnement normal. Cette "Procédure d'enregistrement" devra seulement être répétée en cas de changement d'ensemble R/C ou de réglage différent.

A la fin de la procédure, l'affichage indique un instant "Saving SetupDat" (Données sauvegardées). L'électronique revient ensuite en fonctionnement normal (Affichage température/t/m).

Réglage de la pompe à carburant

Après l'allumage de la Turbine sur le gaz auxiliaire, son régime est augmenté par le moteur de démarrage. A 4800 t/m, la pompe à carburant est commutée par l'électronique avec une puissance minimale. A partir de cette tension de départ, la Turbine monte en régime par la lente augmentation de la tension de la pompe. La tension avec laquelle la pompe alimente immédiatement après l'allumage a déjà été pré-réglée en usine. En cas d'échange de la pompe à carburant ou de l'ECU, il pourra cependant être nécessaire de régler à nouveau la tension de démarrage de la pompe.

Pour régler la tension de démarrage de la pompe, l'ECU dispose d'une fonction spéciale qui pourra être appelée comme suit:

1. Interrompre l'alimentation en carburant vers la Turbine (Ramener le cas échéant la durité d'alimentation dans le trop-plein du réservoir). Si l'alimentation en carburant n'est pas interrompue, la Turbine sera noyée de carburant par le processus de réglage suivant, ce qui conduira inévitablement à un démarrage à chaud avec le prochain processus de démarrage !!!
2. Couper l'électronique et connecter le GSU (l'émetteur de l'ensemble R/C n'est pas nécessaire).
3. Presser et maintenir la touche "Change Value/Item" sur le GSU.
4. Mettre en contact l'électronique.
5. Relâcher la touche "Change Value/Item" que lorsque l'affichage du GSU indique :

Pump start volt.
Uaccelr1:

La pompe pourra ensuite être démarrée et testée en pressant et en maintenant la touche "RUN".

- Pour diminuer la tension de démarrage, presser d'un Pas la touche "(-)".
- Pour augmenter la tension, presser d'un Pas la touche "(+)".

La tension de démarrage devra être réglée de façon à ce que la pompe démarre avec sûreté dans chaque position et que le carburant soit dosé "Goutte à goutte" (Le cas échéant, presser plusieurs fois la touche "RUN"). La valeur correcte de la tension de démarrage se situe entre 0,1 et 0,25 V (Valeur standard : 0,2 V).

A la fin du processus de réglage, presser la touche "Manual" pour mémoriser le nouveau réglage déterminé et pour repasser dans le fonctionnement normal.

Généralités :**Tension de démarrage trop faible:**

Si la tension de démarrage est réglée trop faible, il est possible que la pompe alimente même avec cette tension, mais qu'elle ne fonctionne pas réellement (* le LED rouge "Pompe en fonctionnement" est allumé, mais la pompe ne tourne pas). Ceci à pour suite que la Turbine fonctionne trop longtemps sur le gaz auxiliaire après l'allumage et qu'elle ne prend pas de régime, car aucun carburant n'est injecté. Si ce temps est trop long (>10 s.), l'électronique interrompra le processus de démarrage avec l'avertissement : "AccTimOut" (= Dépassement du temps pour la montée en régime), ou "Acc. Slow" (= Accélération trop faible).

Tension de démarrage trop forte:

Si la tension de démarrage est réglée trop forte, trop de carburant sera injecté au début, ce qui peut provoquer une forte formation de flammes derrière la Turbine dans la première phase du démarrage, c'est-à-dire que le régime est encore trop faible par rapport à la quantité de carburant injecté.

Compensation de la température

Après un échange du palpeur de température, une compensation d'Offset de température devra éventuellement être effectuée.

Procéder alors comme suit:

La Turbine doit se trouver complètement à la température ambiante (en. 21 ° C)!!!

Presser et maintenir la touche "Select Menu" sur le GSU et mettre en contact le Jet-tronic (par l'interrupteur de la réception).



Note:

La petite touche sur la platine des LED pourra aussi être utilisée à la place de la touche "Select Menu" sur le GSU.

Les 3 LED indiquent d'abord les séquences de clignotement suivantes:

LED	Séquences de clignotements					
Standby	⊙	○	○	⊙	○	○
Pump running	○ ⇒	⊙ ⇒	○ ⇒	○ ⇒	⊙ ⇒	○
OK	○	○	⊙	○	○	⊙

(Ne pas relâcher la touche et la maintenir pressée durant ces séquences de clignotements !!!)

Relâcher la touche dès que les 3 LED indiquent les séquences de clignotements suivantes:

LED	Séquences de clignotements					
Standby	⊙	○	⊙	○	⊙	○
Pump running	○ ⇒	⊙ ⇒	○ ⇒	⊙ ⇒	○ ⇒	⊙
OK	⊙	○	⊙	○	⊙	○

L'affichage du GSU indique simultanément l'avertissement:

Release key to:
Calibrate Temp

→ "Relâcher la touche pour effectuer la compensation en température"

La compensation en température est ainsi terminée.

Réglage de la tension de la bougie

Une bougie de type OS A3, Réf. N° 1655 sera utilisée. Le filament de la bougie devra être étiré vers l'extérieur sur 3 à 4mm (Par ex. avec une épingle) et avoir une lueur rouge clair. La tension de la bougie pourra le cas échéant être réglée dans le menu Limits, comme suit (Valeur standard = 2,1 V).

1. Sélectionner le paramètre "Glow Plug Power" dans le menu LIMITS (Le parcourir avec les touches +/-).
2. Presser la touche "Change Value/Item" et la maintenir → La bougie sera commutée et une flèche apparaîtra devant la valeur de tension sur l'affichage. La tension de la bougie pourra maintenant être réglée avec les touches +/- (pour cela, maintenir la touche "Change Value/Item" pressée). Régler la tension de façon à ce que le filament étiré ait une lueur rouge clair.
3. Dès que la touche "Change Value/Item" sera relâchée, la nouvelle valeur sera mémorisée et la bougie sera dé-commutée.

Remise de l'électronique sur les valeurs standard (Reset)

L'ECU pourra être remise sur les réglages standard en procédant comme suit:

Presser et maintenir la touche "Select Menu" sur le GSU et mettre ensuite en contact le Jet-tronic (par l'interrupteur de la réception).

 Note :

La petite touche sur la platine des LED pourra aussi être utilisée à la place de la touche "Select Menu" sur le GSU.

Les 3 LED indiquent d'abord les séquences de clignotement suivantes:

LED	Séquences de clignotements					
Standby	⦿	○	○	⦿	○	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○
OK	○	○	⦿	○	○	⦿

(Ne pas relâcher la touche et la maintenir pressée durant ces séquences de clignotements !!!)

Après environ 15 secondes, les 3 LED indiquent les séquences de clignotement suivantes:

LED	Séquences de clignotements					
Standby	⦿	○	⦿	○	⦿	○
Pump running	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿
OK	⦿	○	⦿	○	⦿	○

(Ne pas relâcher la touche et la maintenir pressée durant ces séquences de clignotements !!!)

Relâcher la touche dès que les 3 LED indiquent les séquences de clignotements suivantes, après env. 40 secondes:

LED	Séquences de clignotements					
Standby	⦿	○	⦿	○	⦿	○
Pump running	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○ ⇒	⦿ ⇒	○
OK	⦿	○	⦿	○	⦿	○

L'affichage du GSU indique simultanément l'avertissement:

Release key to:
Reset System

→ "Relâcher la touche pour effectuer le Reset"

 Note:

Après avoir effectué le Reset, les étapes suivantes seront encore nécessaires:

- L'ensemble R/C devra être à nouveau enregistré.
- La tension de départ de la pompe devra être à nouveau réglée.
- La compensation en température devra être à nouveau effectuée.

Fonctions de Tests

Mode Manuel

Durant le fonctionnement normal du Jet-tronic, l'utilisateur n'a aucune action directe sur la commande de la pompe à carburant, ou sur la valve de fermeture.

Pour le remplissage des conduits de carburant, ou pour effectuer des tests, il peut être cependant nécessaire de commander manuellement la pompe et la valve. Il existe dans ce but un mode de fonctionnement manuel spécial dans lequel la tension de la pompe suit la position du curseur des gaz et où la valve de fermeture est ouverte.

Test manuels de la pompe à carburant

1. Placer le curseur de gaz sur l'émetteur dans la position COUPE (Butée inférieure).
2. Activer le Mode Manuel → Presser la touche "Manual" du GSU ou la petite touche sur la platine des LED → le LED jaune clignote, la valve de fermeture est ouverte.
3. La tension de la pompe pourra alors être pré-donnée manuellement avec le curseur de gaz. Dans la moitié inférieure de la course du curseur, la pompe est toujours dé-commutée, à partir de sa position milieu, la pompe commence à fonctionner; tirer le curseur vers l'arrière pour stopper la pompe à carburant.
4. Désactiver finalement le Mode Manuel → Presser à nouveau la touche "Manual" du GSU ou la petite touche sur la platine des LED → le LED jaune ne clignote plus.



Note importante:

Le Mode Manuel permet le démarrage et l'activation de la pompe à carburant, bien que la Turbine ne fonctionne pas. C'est-à-dire que lorsque l'alimentation en carburant de la Turbine n'a pas d'abord été interrompue, elle pourra être noyée de carburant, ce qui provoquera un "Feu d'artifice" au prochain démarrage !!!

C'est pourquoi: Il conviendra de toujours interrompre l'alimentation en carburant de la Turbine avant d'activer le Mode Manuel (Déconnecter la durit d'alimentation) et il ne se passera rien !*

Dans le Mode Manuel, le régime minimal ainsi que la température moyenne de la Turbine ne sont pas surveillés, toutes les autres vérifications de sécurité restent néanmoins actives (Par ex. Température et régime maximum...)

Test de commande de la valve de fermeture de carburant

Tant que le Mode Manuel est activé (le LED jaune "Standby" clignote) ou lorsque la tension de la pompe est nulle, la valve de fermeture sera automatiquement ouverte (→ Voir ci-dessus).

Test de commande de la valve de gaz

1. Couper l'électronique.
2. Presser et maintenir la touche "Min/Max".
3. Mettre en contact l'électronique.
4. Relâcher la touche "Min/Max" dès que l'avertissement "GazValve Test" apparaît sur l'affichage.
5. Pour tester (ouvrir) la valve, presser la touche "Min/Max".
6. Pour terminer le test, presser la touche "Manual" ou couper l'électronique.

Démarrage de la Turbine

1. Effectuer les préparatifs de démarrage conformément à la Checkliste.
2. S'assurer que du carburant ne se trouve pas dans la Turbine.
3. Placer le curseur des gaz sur la position COUPE (vers l'arrière → tous les LED doivent être éteints) ;
4. Pousser le curseur sur la position milieu → les LED commencent alors à clignoter : vert → rouge → jaune, vert → rouge → jaune, etc...
5. Pousser alors le curseur sur la position plein gaz (→ la Turbine sera maintenant démarrée).
6. Durant la montée en régime de la Turbine, le curseur des gaz pourra déjà être ramené sur le ralenti (Position milieu).
7. Dès que la Turbine a été automatiquement stabilisée sur le ralenti et que le curseur des gaz se trouve sur cette même position, le LED vert "OK" s'allume pour indiquer que le réglage du régime a été transmis au pilote.

Dès que le curseur des gaz a été poussé sur plein gaz (Point 5), le Jet-tronic arrêtera automatiquement le processus de démarrage. Ce dernier pourra être interrompu à tout moment en tirant le curseur des gaz sur COUPE (vers l'arrière).

Après l'arrêt du processus de démarrage :

1. Le régime de la Turbine sera augmenté par le démarreur sur env. 2500-3500 t/m.
2. La bougie sera maintenant commutée et la valve des gaz sera ouverte.
3. Le régime de la Turbine chute ensuite lentement et normalement l'allumage intervient. Au cas où l'allumage ne se produit pas directement, un autre essai sera effectué (→ Point 1). Si la Turbine n'a pas été allumée dans les 30 secondes, le processus de démarrage sera interrompu (→ le LED vert clignote).
4. Dès que l'allumage s'est produit, la Turbine sera à nouveau accélérée par le démarreur. Aux environs de 5000 t/m, la pompe à carburant sera alors automatiquement commutée (→ le LED rouge "Pompe en fonctionnement" s'allume).
5. La Turbine passe alors sur le régime du ralenti. Dès que le régime moyen a été dépassé, le démarreur sera automatiquement découplé et le LED jaune s'éteindra.
6. Le régime de la Turbine sera maintenant momentanément augmenté sur env. 40000 t/m et finalement stabilisée sur le régime du ralenti.
7. La Turbine sera maintenue sur le régime du ralenti jusqu'à ce que le curseur des gaz soit ramené sur cette même position. Si cela est fait, le LED vert "OK" s'allume et le réglage du régime pourra alors être donné par le pilote.

Arrêt de la Turbine

Coupure manuelle de la Turbine (Manual Off)

La Turbine pourra être immédiatement coupée à tout moment en ramenant le curseur des gaz sur la position "COUPE" (totalement vers l'arrière).

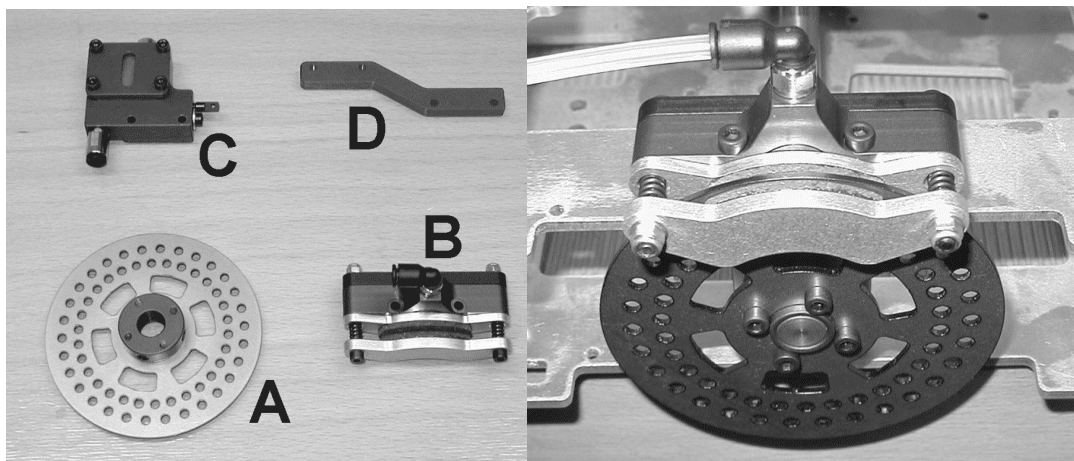
Processus de refroidissement automatique

Après l'arrêt, la Turbine sera à nouveau entraînée à haut régime par le démarreur et automatiquement refroidie jusqu'à l'atteinte d'une température des gaz d'échappement située en dessous de 110° C.

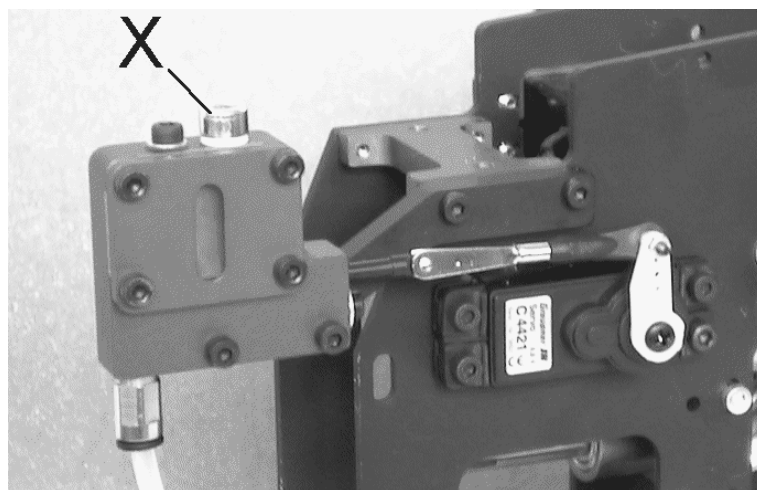
Accessoires en option

Frein de rotor hydraulique, Réf. N° 6810.100

Un frein de rotor hydraulique est disponible en accessoire, il sera actionné par un servo et assurera d'une part un freinage rapide du rotor principal après la coupure de la propulsion et il évitera d'une autre part qu'une pale reste arrêtée au dessus de la sortie des gaz d'échappement durant la phase du démarrage.



Le disque du frein A sera fixé sur l'extrémité dépassant vers le bas de l'arbre du rotor principal avec des vis pointeau ; le frein B lui-même sera monté dans les perçages existants dans la plaque du châssis avec deux vis BTR M3x25 et des écrous nylstop.



Le cylindre C sera fixé sur le support D avec des vis BTR M3x18. L'ensemble sera monté sur le châssis conformément à l'illustration, où les deux vis BTR M3x10 présentes seront échangées par les vis M3x14 fournies avec le frein. Le servo prévu pour actionner le frein sera monté dans la découpe prévue à cet effet dans le châssis et relié au cylindre avec la tringlerie fournie. La liaison hydraulique entre le cylindre et le frein sera ensuite établie avec la durit fournie et l'huile hydraulique sera remplie par l'ouverture accessible après avoir retiré la vis X. Le système devra être entièrement rempli d'huile, les bulles d'air présentes dans la durit et le cylindre devront être évacuées (Purger le frein !).

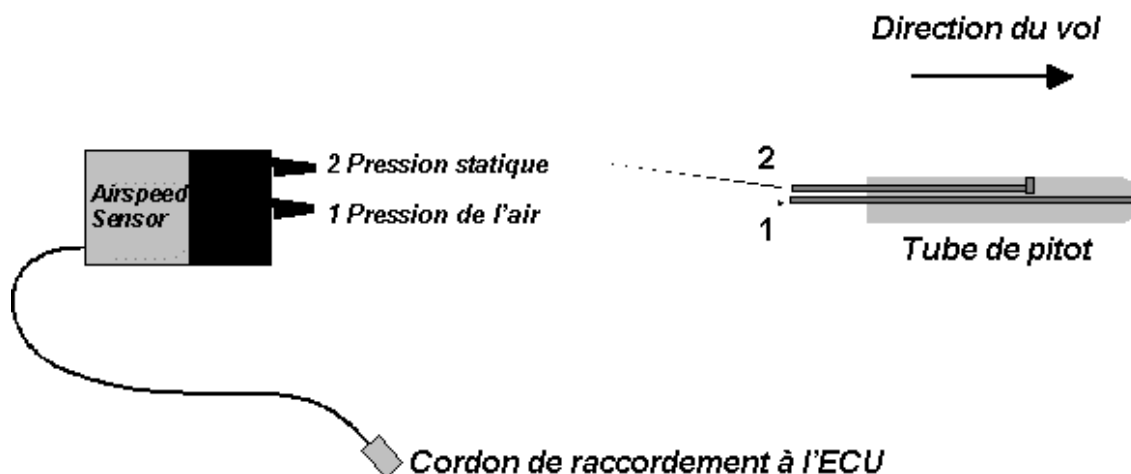
Important : L'effet du freinage devra être réglé souple et ne devra en aucun cas provoquer un arrêt saccadé du rotor principal, autrement les pales pourront pivoter dans les porte-pales et taper contre le fuselage.

Indicateur de vitesse de vol (Airspeed-Sensor), Réf. N° 6802

L'indicateur de vitesse de vol disponible en option est composé d'un tube de pitot et d'un palpeur de différence de pression de précision. A partir de la différence de pression mesurée ainsi de la température de l'air, l'ECU calcule la vitesse de vol actuelle du modèle. L'information sur la vitesse de vol pourra être utilisée par l'ECU pour différentes fonctions :

- Mesure/Mémorisation des vitesses de vol maximale et moyenne
- Mesure de la trajectoire de vol parcourue en Km.

Schéma de connexion de l'indicateur de vitesse de vol:



Les liaisons de la pression de l'air 1 et de la pression statique 2 entre le palpeur le tube de pitot se feront avec la durit fournie. La longueur ainsi que la section de la durit n'ont aucune influence sur l'exactitude des mesures.

Avec l'utilisation de l'indicateur de vitesse de vol, le pilote disposera de fonctions étendues de l'ECU.

- La vitesse de l'air actuelle ("Airspeed") mesurée ainsi que la vitesse de vol ("SetSpeed") pourront être affichées dans le menu "Run".
- Les indications supplémentaires sur les vitesses de vol maximale ("MaxAirSpd") et moyenne ("AvgAirSpd") mesurées apparaîtront dans le menu "Min/Max".

Paramètre dans le menu "Limits"

Paramètre	Signification
AirSpeed units	Indications pour les vitesses de vol en Km/h ou en mph

Parameter im „Min/Max“ Menü

Paramètre	Signification
AvgAirSpeed	Vitesse de vol moyenne en Km/h
MaxAirSpeed	Vitesse de vol maximale atteinte en Km/h
Flight Distance	Trajectoire de vol parcourue en Km

Calibration de l'indicateur de vitesse de vol

La ligne de référence du palpeur des différences de pression pourra être calibrée pour obtenir une précision de mesure maximale.

Les moyen d'aide suivants seront nécessaires pour la calibration:

- 50 à 60 cm de durit silicone (le diamètre intérieur n'a aucune importance)
- Un peu d'eau.
- Un réglet ou un mètre-ruban.

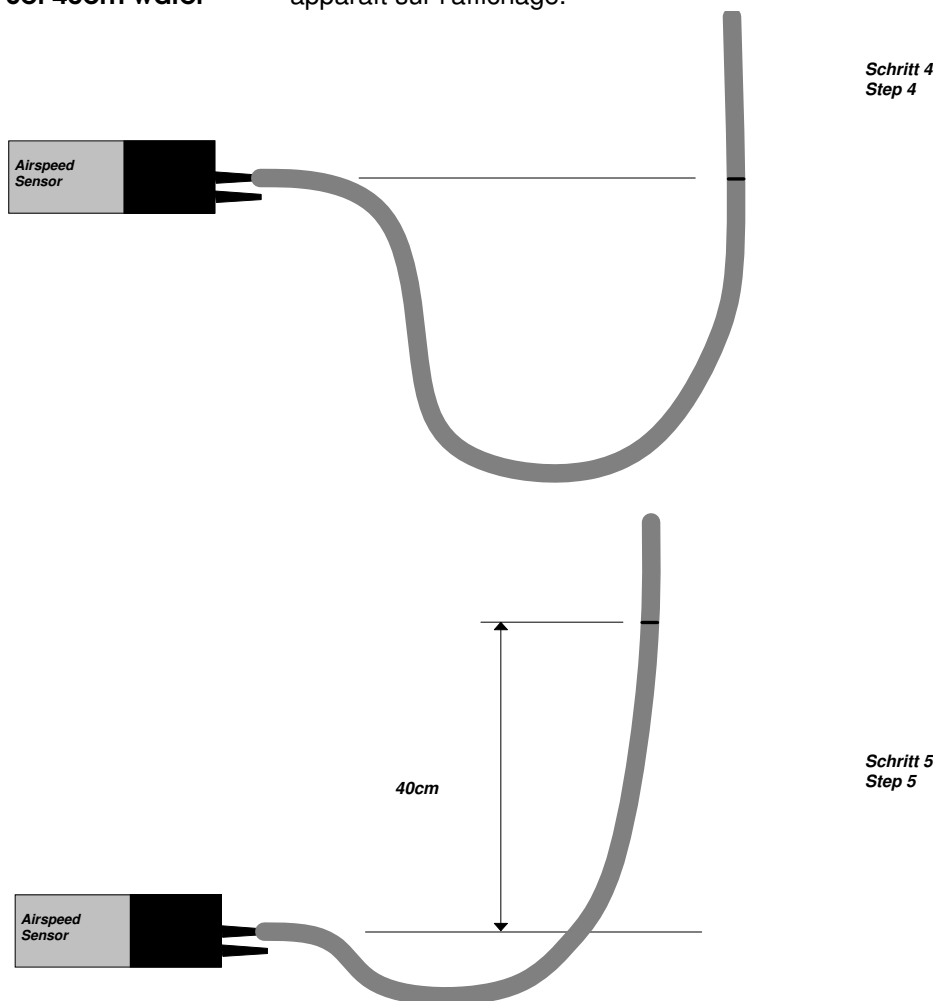
Procéder alors comme suit:

1. Remplir d'eau la durit silicone (Colonne d'eau d'au moins 50 cm).
2. Connecter la durit silicone soit directement sur le raccordement milieu du palpeur de différence de pressions, soit directement à l'avant sur le tube de pitot.
3. Presser et maintenir la touche "RUN" sur le GSU et mettre en contact l'électronique. Ne relâcher la touche "RUN" que lorsque l'avertissement :

Cal. AirSpeedSns

Set 40cm water

apparaît sur l'affichage.



4. Placer maintenant l'extrémité de la colonne d'eau à la même hauteur que celle du raccordement du palpeur de différence de pression (ou du tube de pitot). Presser ensuite la touche "INFO" (= Définition du point zéro).
5. Pour la dernière étape, maintenir la hauteur de la colonne d'eau sur exactement 40 cm (avec un réglet) comme point zéro défini à l'étape 4. Ceci étant fait, presser la touche "MIN/MAX". L'indication $h=40.0$ doit apparaître alors en haut et à droite sur l'affichage. Pour tester si la compensation effectuée a été réussie, l'extrémité de la colonne d'eau pourra être déplacée vers le bas et la hauteur sera lue avec le réglet. L'affichage du GSU indique en haut et à droite ($h=xx.x$) la hauteur calculée de la colonne d'eau. La valeur lue sur le réglet et celle indiquée sur l'affichage doivent correspondre. Les étapes 4/5 pourront être répétées au besoin. La valeur calibrée indiquée en bas et à droite sur l'affichage doit se situer entre 6000 et 10000 (Standard = 8560).
6. Pour mémoriser les données calibrées ainsi déterminées, presser finalement la touche "MANUAL" sur le GSU. Le Jet-tronic mémorise alors les données calibrées et revient dans le fonctionnement normal.

Smoker System (Système de fumigène)

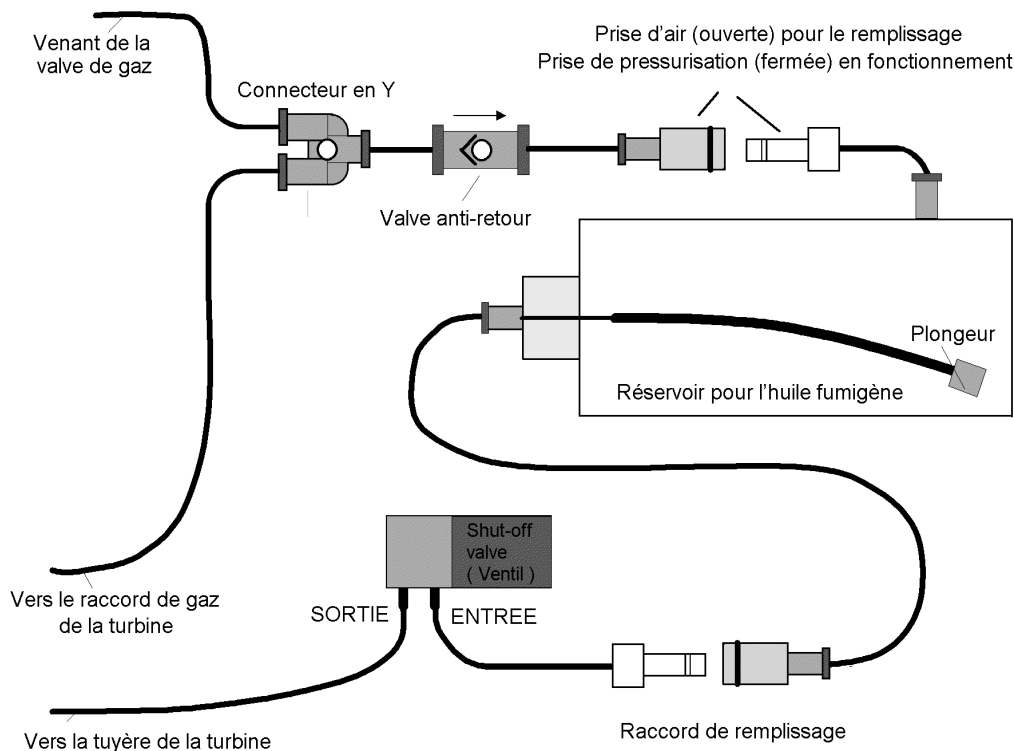
L'ECU pourra commander directement une valve pour souffler de l'huile fumigène/diesel dans le flux des gaz d'échappement (* Emission de fumée). Le système de fumigène est disponible en kit de montage sous la Réf. N°6800.18. La fonction pourra être activée et réglée dans le menu "Limits" ("SmokerValve ctrl").

Les options possibles des paramètres "SmokerValve Ctrl" (* Menu LIMITS) sont:

Option	Description
DISABLED	La valve de fumigène ne sera pas utilisée La valve est toujours fermée!
Open if AuxSw=0 (*)	La valve de fumigène sera ouverte lorsque le commutateur AUX (à 3 positions) sera placé sur la position inférieure (Position COUPE) <u>avec</u> la Turbine en marche. Pour pouvoir utiliser cette fonction, le commutateur AUX devra être activé, c'est-à-dire que le paramètre "AUX-channel func" (voir ci dessous) ne devra <u>pas</u> être placé sur "NOT USED"
Open if AuxSw=2 (*)	La valve de fumigène sera ouverte lorsque le commutateur AUX (à 3 positions) sera placé sur la position supérieure (Position "AUTO-OFF") <u>avec</u> la Turbine en marche. Pour pouvoir utiliser cette fonction, le commutateur AUX devra être activé, c'est-à-dire que le paramètre "AUX-channel func" (voir ci dessous) ne devra <u>pas</u> être placé sur "NOT USED"

(*) La fonction de la valve de fumigène pourra être testée avec la Turbine à l'arrêt:

1. Placer le curseur des gaz sur le ralenti ou sur COUPE (autrement, la pompe à carburant risque de démarrer dans la prochaine étape !). Par sécurité, interrompre le cas échéant l'arrivée du carburant à la Turbine.
2. Presser et maintenir la touche "Manual" (→ le LED jaune clignote). La valve pourra alors être commutée par le commutateur AUX à 3 position sur l'émetteur.



Annexe

Etats de la Turbine

La Turbine traverse différents états entre le démarrage (→ Allumage) et le fonctionnement normal (→ Contrôle du régime transmis au pilote).

Le passage d'un état à l'autre se fait par ce qui est appelé des "Conditions de passage".

L'état actuel de la Turbine sera indiqué dans "STATE" (= Etat) dans le menu "Run"

Explication des états de la Turbine

Valeur	Explication
-OFF-	Curseur placé sur COUPE → la Turbine est dé-commutée, le démarrage est empêché. Dans cet état, tous les LED sont éteints.
Stby/START	Curseur placé sur la position milieu → la Turbine est prête au départ et sera démarrée. Dans cet état, le LED jaune "Standby" s'allume et indique que la Turbine devra être allumée. Dès que le régime mesuré est suffisant, le passage se fait dans l'état suivant "Ignite" (= Allumage).
Ignite...	Dans cet état, la bougie est commutée et la valve de gaz sera ouverte. Le Jet-tronic attend maintenant que l'allumage intervienne et restera dans cet état tant qu'au moins l'une des conditions suivantes soit obtenue : a) La température mesurée des gaz d'échappement dépasse env. 120° b) La température monte à plus de 25° C/s c) Le régime mesuré de la Turbine dépasse 10000 t/m Si l'une de ces 3 conditions est remplie, le passage se fait alors dans le prochain état (AccelrDly) . Si la Turbine n'a pas été allumée avant env. 30 secondes, l'essai d'allumage sera interrompu et le passage se fera dans l'état "Slow-down". Le LED jaune "Standby" s'allume toujours dans l'état "Ignite" , lorsque la Turbine devra être allumée. Le LED rouge "Ignition" signale que la bougie est commutée.
AccelrDly	Retardement avant que la tension de la pompe soit augmentée. Dans cet état, la pompe à carburant sera alimentée sous une tension constante durant environ 2 secondes. Ceci permet à la Turbine de prendre du régime, alors que la pompe est commutée sur le plus faible étage. Après l'écoulement des 2 secondes, le passage se fait dans le prochain état "Acceler." (= Accélération). Dans cet état, la bougie est dé-commutée. Le LED rouge "Pompe en fonctionnement" signale que la pompe est commutée.

Valeur	Explication
Acceler.	Dans cet état, la Turbine sera accélérée sur un régime supérieur à celui du ralenti. Pour cela, la tension de la pompe sera progressivement augmentée automatiquement à partir de la valeur de départ. Le LED jaune "Standby" s'allume pour indiquer que la Turbine devra être à nouveau allumée. Le LED rouge "Pompe en fonctionnement" signale que la pompe est commutée. Dans un cas normal, le régime de la Turbine sera encore augmenté, jusqu'à ce que le régime du ralenti programmé soit finalement dépassé. Si c'est le cas, le passage se fera dans le prochain état "Stabilise". Dans les conditions d'erreur suivantes, le processus d'accélération sera interrompu avec un passage dans l'état "Slown-down" : • La Turbine n'atteint ou ne dépasse pas le régime du ralenti dans les 40 secondes. • L'augmentation du régime de la Turbine est trop faible. • La température mesurée des gaz d'échappement est trop haute.
Stabilise	Si la Turbine a pu être accélérée à partir du régime du ralenti, elle sera maintenant réglée sur env. 55000 t/m. Dès que la Turbine a pu être réglée de façon stable sur ce régime durant au moins 1 seconde, le passage se fera dans l'état suivant "LearnLO".
LearnLO	Dans cet état, la Turbine sera automatiquement réglée sur le régime du ralenti. Elle sera maintenue sur ce régime par le Jet-tronic jusqu'à ce que le curseur de gaz soit ramené sur la position du ralenti. Si c'est le cas et que la Turbine se trouve déjà sur le régime du ralenti, le passage se fera dans le prochain état "RUN(reg.)".
RUN (reg.)	La Turbine est maintenant en fonctionnement normal, c'est-à-dire que le régime pourra être donné par le curseur de gaz. Dans cet état, le LED vert "OK" est allumé pour indiquer que le contrôle du régime est passé au pilote. La commande reste dans cet état jusqu'à la coupure de la Turbine.
SlowDown	Cet état sera indiqué par le clignotement du LED vert "OK", tous les autres LED sont éteints. La pompe à carburant est dé-commutée et la valve de fermeture est fermée. Cet état demeure jusqu'à ce que <u>toutes</u> les conditions suivantes soient remplies : • Le régime de la Turbine est inférieur à 800 t/m. • La température des gaz d'échappement est inférieure à 95°
Manual	Le Jet-tronic se trouve dans le mode de fonctionnement manuel, lequel sera indiqué par le clignotement du LED jaune "Standby". Le Mode Manuel sera quitté en pressant la touche "Manual".

Structure des menus

Tous les paramètres de l'ECU sont listés dans des menus et pourront être affichés et modifiés au moyen du GSU.

Les menus à disposition sont:

- Menu - Run
- Menu - Min/Max
- Menu - RC-Check
- Menu - INFO
- Menu - Statistics
- Menu - Test - Functions
- Menu - Turbine Limits

Sélection d'un menu

Les différents menus pourront être sélectionnés soit directement avec les touches correspondantes sur le GSU (* Hotkeys), soit en pressant et en maintenant la touche "Select Menu". Le menu désiré pourra être appelé avec les touches +/-.

Les différentes options dans un menu pourront être affichées et parcourues une à une en pressant les touches +/-.

Modification des valeurs et des paramètres dans un menu

Pour modifier une valeur affichée, la touche "Change Value/Item" sera maintenue pressée et la valeur pourra alors être modifiée avec les touches +/-.

Le Menu RUN

Dès que le Jet-tronic est mis en service, le menu Run est présenté sur l'affichage. Le régime actuel de la Turbine est généralement indiqué en "RPM" (t/m) sur la ligne inférieure de l'affichage. Différentes autres informations pourront être affichées avec les touches +/- sur la ligne supérieure de l'affichage.

Nom	Signification
U-Pump RPM	Tension actuelle de la pompe en Volts Régime actuel de la Turbine
Temp. RPM	Température actuelle des gaz d'échappement en °C et en °F Les indications (en °C ou en °F) sont déterminées dans le menu LIMITS Régime actuel de la Turbine
OffCnd SetRPM	Raison de la dernière coupure (Voir le tableau) Régime constant de la Turbine
State RPM	Etat actuel de la Turbine (Voir le tableau "Etats de la Turbine") Régime actuel de la Turbine
AirSpeed	Vitesse de vol actuelle en Km/h. Cette option d'indication sera seulement utilisée pour vérifier la fonction de l'indicateur de vitesse de vol (= Tube de pitot). Note : Cette option est disponible seulement avec l'installation de l'indicateur de vitesse de vol.

Le menu Min/Max

Désignation	Signification
MaxPump MinPump	Tension maximale de la pompe Tension minimale de la pompe
MaxTemp MinTemp	Température maximale de la Turbine Température minimale de la Turbine
AvgPump AvgTemp	Tension moyenne de la pompe Température moyenne de la Turbine
MaxRpm MinRpm	Régime maximal de la Turbine Régime minimal de la Turbine
AvgRpm MaxRTemp	Régime moyen de la Turbine Température avec le régime maximal admissible/programmé de la Turbine (Paramètre t/m maximum dans le menu "Limits")
MaxAirSpd	Vitesse de vol maximum (*)
AvgAirSpd	Vitesse de vol moyenne (*)
Flight Distance	Trajectoire de vol parcourue (Km) (*)

Les valeurs Min/Max pourront être modifiées avec la touche "Change Value/Item".

(*) Seulement avec l'indicateur de vitesse de vol installé.

Le menu RC-Check

Désignation	Signification
StickPulse Throttle%	Largeur mesurée des impulsions du curseur de gaz Position du curseur de gaz en % (0-100%)
AuxInp% AuxPulse	Position du commutateur à 3 positions en % (0-100%) Largeur mesurée des impulsions de la voie AUX
Aux.Position	Position du commutateur à 3 positions (0, 1, 2)
FailSafeTime	Durée, pendant laquelle les impulsions erronées sont réceptionnées.
FailSafe Count	Intervention du FailSafe : Avec l'intervention du FailSafe la Turbine sera ralentie (en env. 3 secondes) sur le régime réglé dans le menu "Limits" sous "FailSafeRPM" (normalement sur le ralenti) ; lorsque la perturbation a cessé, le régime est ré-augmenté sur la valeur précédente (de même en env. 3 secondes).

Tous les paramètres dans ce menu servent seulement d'information et ne pourront pas être modifiés.

Le menu INFO

Nom	Signification
Rest Fuel	Quantité restante dans le réservoir à carburant
Fuel flow ml/min	Consommation actuelle en carburant en ml/min.
BattCnd	L'état de l'accu d'alimentation sera affiché sur la ligne supérieure : a) – OK – La tension de l'accu est au-dessus de 1,1 V/Elément. b) ! WEAK ! La tension de l'accu a chuté en dessous de 1,1 V/Elément, en outre le LED "Standby" et "OK" clignotent simultanément à la cadence de 0,5 s. Un démarrage de la Turbine n'est pas possible avant que l'accu soit rechargé. Si la Turbine tourne déjà et que la fonction "Avertissement accu" est commutée, celle-ci sera activée. c) – EMPTY – La tension de l'accu a chuté en dessous de 1,0 V/Elément, la Turbine sera dé-commutée ; un démarrage ne sera pas possible jusqu'à ce que l'accu soit rechargé.
Ubattery	La tension de l'accu d'alimentation sera affiché sur la ligne inférieure.
Last Run-Time	Dernier temps de fonctionnement de la Turbine
Last fuel count	Quantité de carburant consommé durant le dernier fonctionnement de la Turbine
Last-Off PmpVolt	Tension de la pompe lorsque la Turbine a été arrêtée
Last-Off RPM	Régime auquel la Turbine a été arrêtée
Last-Off TEMP	Température à laquelle la Turbine a été arrêtée
Last-Off Cond	Dernière raison de coupure mémorisée
Last MaxTEMP	Dernière température maximale de la Turbine
Last MinTEMP	Dernière température minimale de la Turbine
Last AvgTEMP	Dernière température moyenne de la Turbine
Last MaxR AvgTmp	Dernière température moyenne de la Turbine au régime maximal
Last StartTemp	Dernière température de la Turbine dans la phase de démarrage
Last MaxRPM	Dernier régime maximal de la Turbine
Last MinRPM	Dernier régime minimal de la Turbine
Last AvgRPM	Dernier régime moyen de la Turbine
Last MaxPump	Dernière tension maximale de la pompe
Last MinPump	Dernière tension minimale de la pompe
Last AvgPump	Dernière tension moyenne de la pompe
Last FailSafeTime	Durée, pendant laquelle le Failsafe a été reconnu dans le dernier fonctionnement de la Turbine
Last FailSafeCnt	Nombre de détections FailSafe dans le dernier fonctionnement de la Turbine
Last MaxAirSpd	Vitesse de vol maximale atteinte durant le dernier vol (Seulement avec l'indicateur de vitesse de vol installé)
Last AvgAirSpd	Vitesse moyenne durant le dernier vol (Seulement avec l'indicateur de vitesse de vol installé)
Last Distance	Distance parcourue durant le dernier vol (Seulement avec l'indicateur de vitesse de vol installé)

Le menu Statistics

Désignation	Signification
Totl Run-Time	Temps total de fonctionnement de la Turbine (Allumage → Arrêt)
Runs-OK	Nombre de fonctionnements terminés sans incidents
Runs aborted	Nombre de fonctionnements qui ont été arrêtés par le système de sécurité du Jet-tronic
Ignitions OK	Nombre d'allumages réussis
Ignitions FAILED	Nombre d'essais d'allumage ratés
Starts FAILED	Nombre de démarrages ratés
Total fuel count	Consommation en carburant totale de la Turbine
LoBatt Cut-Outs	Nombre de coupures dues à la trop faible tension de l'accu

Tous les paramètres dans ce menu servent seulement d'information et ne pourront pas être modifiés.

Le menu Test Functions

Désignation	Signification
Pump TestVolt	Test de la pompe à carburant. Lorsque la touche "Change Value/Item" est pressée et maintenue, la tension de la pompe sera affichée ; elle pourra être modifiée par les touches +/- . Attention : Déconnecter préalablement la durit d'alimentation de la Turbine pour empêcher un noyage.
GlowPlug Power	Affichage/réglage de la tension de la bougie en Volt. Réglage standard = 2,1 V pour une bougie N°3.
GasValve Test	Test de la valve de gaz (ouverte) avec la touche "Change Value/Item"
SmokerValve Test	Test de la valve de fumigène (ouverte) avec la touche "Change Value/Item"
FuelValve Test	Test de la valve à carburant (ouverte) avec la touche "Change Value/Item"
Temp. AD	Gauche: Température des gaz d'échappement, Droite: Température d'aspiration

Le menu Turbine Limits

Le menu LIMITS permet à l'utilisateur de modifier les limites de fonctionnement de la Turbine (naturellement dans la plage permise) et de régler ainsi son comportement optimal en fonction des nécessités de chaque modèle.

Nom	Signification
Minimum RPM	Régime au ralenti de la Turbine (= Curseur de gaz en position arrière). Réglage standard = 33000
Maximum RPM	Régime plein gaz de la Turbine (= Curseur de gaz en position avant). Réglage standard = 94000
LoBatt. warning	Fonction d'avertissement avec une trop faible tension de l'accu Réglage standard = DISABLED
Fuel tank size	Contenance du réservoir à carburant en ml Réglage standard = 2000 ml
LowFuel Limit	Quantité restante dans le réservoir à carburant en dessous de laquelle l'avertissement devra être activé. Réglage standard = 250 ml
LowFuel Warning	Commute/Coupe la fonction d'avertissement pour le carburant. Réglage standard = Disabled (= COUPE)
GlowPlug Power	Tension de la bougie en Volts Réglage standard = 2,1 V pour une bougie N°3
GasFlow	Le débit de gaz pourra être programmé. Il faudra réduire un peu le débit de gaz (sur env. 30-50%) surtout dans les périodes chaudes de l'année (→ Pression plus élevée du gaz), pour obtenir un mélange d'allumage optimal avec une faible consommation.
AUX-channel Func	La voie AUX (= Commutateur à 3 positions) est décommutée de façon standard avec la Turbine PT-3, celle-ci étant commandée par une seule voie (Curseur de gaz). Réglages possibles : 'NOT USED' (Réglage standard) La voie AUX ne sera pas utilisée, le cordon correspondant ne sera pas connecté sur le récepteur → la Turbine sera commandée seulement par le curseur de gaz → la voie AUX ne sera pas prise en compte dans l'enregistrement de l'ensemble R/C. "ON, TrCtrl ON" = Commutateur AUX activé, il sera utilisé pour la commande de la Turbine. "ON, TrbCtrl OFF" = Commutateur AUX activé, mais il ne sera <u>pas</u> utilisé pour la commande de la Turbine, mais uniquement pour des fonctions spéciales comme par ex. l'indicateur de vitesse de vol ou la valve du fumigène.
FailSafeDly	Durée, pour laquelle le réglage actuel du canal „THR“ est conservé (HOLD) lorsqu'il y a une perturbation reconnue.
FailSafeRPM	Le régime sur lequel une intervention du FailSafe ramènera la Turbine.
FailSafeTimeOut	Lorsqu'une intervention du FailSafe durera davantage que le temps fixé ici, la Turbine sera coupée.

Menu Turbine Limits (Suite)

Nom	Signification
Drain Gastank	Le réservoir à gaz pourra être automatiquement vidangé après le démarrage de la Turbine, pour diminuer les risques d'incendie (La valve reste ouverte après le démarrage afin que le gaz soit consommé dans la Turbine). Réglage standard = Disabled (= COUPE)
AUX-ch SmokeCtrl	L'ECU pourra commander directement une valve pour souffler de l'huile fumigène/diesel dans le flux des gaz d'échappement (→ Emission de fumée). Réglages possibles : DISABLED : (Inactif) Open if AuxSw=2 : Valve ouverte sur la position avant du commutateur Open if AuxSw=0 : Valve ouverte sur la position arrière du commutateur Réglage standard = Disabled (= COUPE)
StartUp Mode	Déclenchement du démarrage de la Turbine par la voie des gaz : • SEQUENCE : Suite COUPE – Ralenti – Plein gaz – Ralenti • TROTTLE MAX : Position plein gaz du curseur • IMMEDIATE : Passage de COUPE sur la position du ralenti Réglage standard = SEQUENCE
Smoker WarnFunct	La commande de la valve de fumigène (Gicleur ouvert → FUMEE) pourra être utilisée pour divers avertissements : DISABLED : COUPE BATTERY LOW : Accu presque vide FUEL LOW : Réservoir presque vide BATTorFUEL LOW : Accu ou réservoir presque vides BATT,FUEL,FAILS : Accu ou réservoir presque vides ou FAIL-SAFE pour perturbation R/C. Réglage standard = Disabled (= COUPE) Note : Sur les hélicoptères, un feu d'avertissement pourra être commuté à la place de la valve de fumigène (+5V clignotant).
AirSpeed units	Indication de la vitesse de vol en Km ou en mph
MAX LimitAirSpd	(Sans intérêt pour les modèles d'hélicoptères)
Max.AirSpeed	(Sans intérêt pour les modèles d'hélicoptères)

Fonctions de la voie auxiliaire (AUX)

La voie AUX (= Commutateur à 3 positions) est normalement dé-commutée ; elle pourra cependant être activée pour des applications particulières (Paramètre : "AUX-Channel Function" dans le menu LIMITS).

Les options possible du paramètre "AUX-Channel Function" sont:

Option	Description
NOT USED	La Voie AUX ne sera pas utilisée (→ Le cordon AUX ne sera pas connecté sur le récepteur). Ceci est le réglage standard : Démarrage de la Turbine : 1. Curseur de gaz vers l'arrière (au cas ou le LED vert clignote) 2. Curseur de gaz en position milieu 3. Curseur de gaz sur plein gaz → Démarrage 4. Curseur de gaz sur la position milieu (Ralenti) Arrêt de la Turbine : Curseur de gaz vers l'arrière → COUPE Le refroidissement de la Turbine se fera toujours et ne pourra pas être désactivé.
ON, TrbCtrl ON	La voie AUX sera utilisée (→ Le cordon AUX devra être connecté sur le récepteur). La commande de la Turbine (OFF/RUN/AUTO-OFF) se fera par le commutateur AUX (à 3 positions).
ON, TrbCtrl OFF	La voie AUX sera utilisée (→ Le cordon AUX devra être connecté sur le récepteur). La voie AUX est activée, mais elle sera utilisée uniquement pour les fonctions de l'indicateur de vitesse de vol ou pour la commande de la valve de fumigène . La commande de la Turbine se fera seulement par le curseur de gaz. Démarrage de la Turbine : 1. Curseur de gaz vers l'arrière (au cas ou le LED vert clignote) 2. Curseur de gaz en position milieu 3. Curseur de gaz sur plein gaz → Démarrage 4. Curseur de gaz sur la position milieu (Ralenti) Arrêt de la Turbine : Curseur de gaz vers l'arrière → COUPE Le refroidissement de la Turbine se fera toujours et ne pourra pas être désactivé.

Remèdes aux pannes / Troubleshooting

Les pannes les plus fréquentes et leur remède sont listées ci-dessous:

Problème	Cause	Remède
La Turbine n'allume pas	La liaison du gaz n'a pas été faite. Le réservoir est vide ou la pression du gaz est trop faible (Par ex. par très basses températures extérieures). La lueur de la bougie est trop faible. Bougie défectueuse ou le filament n'est pas assez étiré à l'extérieur.	Etablir la liaison du gaz. Remplir le réservoir. Régler la tension de la bougie, (elle doit avoir une lueur <u>rouge clair</u> !). Vérifier la bougie ou la remplacer. Le filament doit être étiré au moins sur 4mm !
Le processus de refroidissement ne s'est pas déclenché	La Turbine est encore trop chaude, le processus de refroidissement n'est pas terminé (→ le LED vert clignote) L'accu d'alimentation n'est pas connecté, sa tension est trop faible ou il est vide. La bougie est défectueuse (→ le LED rouge clignote). Le cordon de liaison à 3 fils vers la Turbine n'est pas connecté.	Attendre la fin du processus de refroidissement (le LED vert ne doit plus clignoter). Connecter l'accu ou le recharger. Vérifier la bougie ou la changer. Vérifier le cordon ou le brancher.
Le Jet-tronic ne réagit pas aux ordres de l'émetteur	L'ensemble R/C n'a pas été correctement enregistré, ou il a été ensuite dérégulé ou déprogrammé.	Enregistrer à nouveau l'ensemble R/C ou vérifier les fonctions dans le menu RC-Ceck.
La Turbine allume, mais le processus de démarrage est interrompu	Présence de bulles d'air dans les durits d'alimentation en carburant. La pompe à carburant ne tourne pas. Le réservoir de gaz est presque vide.	Purger le système d'alimentation en Carburant (→ Mode manuel). Dès que le LED rouge "Pompe en fonctionnement" s'allume, la pompe <u>doit</u> tourner ! Tester la pompe le cas échéant (→ Mode manuel). Remplir le réservoir de gaz.
Le starter ne s'accouple pas correctement, ou glisse (→ Grincement persistant)	Présence d'huile ou de poussière sur l'écrou d'étanchéité ou l'accouplement	Dégraisser l'écrou d'étanchéité avec un pinceau et du solvant (Acétone ou diluant Nitro).
La Turbine démarre, monte en régime et reste sur celui du ralenti. Aucune réaction par le curseur de gaz, le LED vert est éteint.	Le curseur de gaz n'est pas encore placé sur le ralenti.	Ramener le curseur de gaz sur le ralenti et attendre que le LED vert s'allume pour indiquer que le contrôle du régime a été transmis au pilote.

Le Système FailSafe de l'ECU

L'ECU comprend son propre système de FailSafe indépendant de celui de l'ensemble R/C, en cas de perte ou de perturbation dans la réception des signaux envoyés par l'émetteur.

Les perturbations comprennent aussi bien une mauvaise interprétation des impulsions de la voie "THR" (Throttle = Gaz) que des **longueurs d'impulsion en dehors de la plage enregistrée**.

En cas de détection d'une perturbation de ce genre, le régime de la Turbine sera maintenu durant le temps réglé dans le paramètre "FailSafeDly" (Menu LIMITS), puis il sera ramené sur celui réglé dans le paramètre "FailSafeRPM" (normalement le régime du ralenti), jusqu'à ce que la perturbation cesse ou que le temps pré-donné dans le paramètre "FailSafeTimeOut" soit écoulé ; dans ce dernier cas, la Turbine sera coupée.

En conséquence :

Dans la programmation correspondante de l'émetteur, Il faudra s'assurer que la plage les impulsions de la voie "TRH" ne soit jamais sur- ou sous-dépassée en fonctionnement normal.

Avec l'utilisation d'un ensemble PCM (avec sa propre fonction FailSafe), lui donner une interaction avec le système FailSafe de l'ECU qui devra être prise en compte avec le réglage de l'ensemble R/C :

- Avec la programmation conseillée de l'ensemble R/C (FailSafe → Ralenti), aucune perturbation détectable par l'ECU ne pourra se produire, parce que les impulsions de la voie sont toujours présentes (le récepteur produit lui-même des perturbations) et restent dans la plage pré-donnée. Le traitement de la situation du FailSafe est ainsi exclusivement effectué par l'ensemble R/C.
- Si la fonction FailSafe de l'ECU doit être utilisée, une valeur devra être programmée pour la position de la voie "THR" et située *intentionnellement en dehors* de la plage enregistrée. Dans ce cas, après la détection d'une perturbation par le récepteur, un signal "brouillé" sera transmis à l'ECU, qui de son côté effectuera le traitement FailSafe décrit.

Le paramètre pour le traitement FailSafe est ici à régler comme suit :

FailSafeDly (HOLD)

Le temps dans lequel le réglage actuel du régime sera maintenu (Conseillé : env. 1 s.) ; de très courtes perturbations seront ainsi supprimées.

FailSafeRPM

Le régime sur lequel sera ramenée la Turbine après l'écoulement du FailSafeDly (Conseillé : 33.000).

FailSafeTimeOut

Le temps après lequel la Turbine sera coupée avec une perturbation persistante (Conseillé : 20 s.).

Checklistes

Checkliste pour les préparatifs du vol

Accu d'émission chargé
Accu de réception chargé
Accu d'alimentation (Turbine) chargé
Réserve de carburant suffisante (5% d'huile, soit 1 L d'huile pour 20 l de kérosène)
Réserve de gaz suffisante
Extincteur CO² prêt
Prise d'air du réservoir ouverte

Checkliste pour le démarrage de la Turbine

Réservoir à carburant rempli
Durits de carburant exemptes de bulles d'air
Réservoir de gaz rempli
Emetteur en contact, modèle actuel sélectionné
Commande de la turbine sur COUPE
Régulation du régime sur ralenti
Train d'atterrissage sorti
Leviers de trim en position milieu
Effet du gyroscope normal
Réception en CONTACT
Test de fonction du Pas OK
Test de la fonction Longitudinal OK
Test de la fonction Latéral OK
Test de la fonction Anticouple OK
Tension de l'accu d'émission OK
Tension de l'accu de réception OK
Liaison Réservoir à gaz/Turbine OK
Portes et trappes d'accès fermées
Modèle en position de départ correcte
Pales du rotor de queue alignées
Pales du rotor principal alignées et non placée au-dessus de la sortie des gaz d'échappem.
Extincteur à portée de main
Commande de la Turbine STANDBY
Touche du starter actionnée (ou séquence de démarrage déclenchée autrement)
Séquence de démarrage terminée
Régime constant réglé
Event. Test de portée OK

Checkliste après le vol

Régulation du régime sur le ralenti
Commande de la Turbine COUPE
Processus de refroidissement terminé (env. 2 min.)
Event. Lecture des paramètres de vol
Réception COUPE
Emetteur COUPE
Liaison Réservoir à gaz/Turbine séparée